

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikační techniky

Optimalizace konektivity datových služeb v obci Řepiště
Optimizing data connectivity services in the village Řepiště

2015

Jakub Matějka

Zadání bakalářské práce

Student:

Jakub Matějka

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2601R013 Telekomunikační technika

Téma:

Optimalizace konektivity datových služeb v obci Řepiště
Optimizing data connectivity services in the village Řepiště

Zásady pro vypracování:

Práce si klade za cíl zmapovat a vytvořit návrh konektivity datových služeb v obci Řepiště, jejíž součástí je popis a analýzy technických parametrů jednotlivých možností. Výsledkem by měl být ucelený přehled nabídky pro potenciální zákazníky datových služeb.

1. Popis datových služeb z hlediska jejich parametrů a dostupnosti.
2. Poskytovatelé datových služeb a jejich nabídky v dané lokalitě.
3. Analýza a zpracování návrhu pro optimalizaci konektivity datových služeb.

Seznam doporučené odborné literatury:

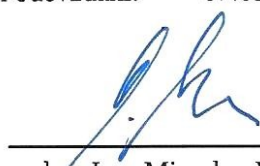
VODRÁŽKA, Jiří. *Přenosové systémy v přístupové síti*: průřezová učebnice pro odborná učiliště a střední školy. Vyd. 1. V Praze: Vydavatelství ČVUT, 2003, 174 s. ISBN 80-010-2660-4.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Přemysl Mer, Ph.D.**


Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015



doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry



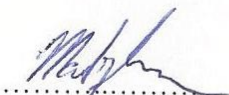


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 3. května 2015


.....
podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Přemyslu Merovi, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je přehledné zpracování možností připojení k datovým službám v obci Řepiště. Práce je zaměřena zejména na technologii DSL a Wi-Fi. V teoretické části jsou popsány a vysvětleny jednotlivé možnosti bezdrátového, mobilního, pevného a optického připojení pro přístup k datovým službám. Hlavní část práce obsahuje popis vybraných společností poskytujících datové služby v popisované lokalitě včetně konkrétních nabídek poskytovatelů. Samotná analýza je zpracována z pohledu koncového zákazníka s důrazem na poměr ceny a poskytované služby. Uvádí možné alternativy ke stávajícím možnostem. Jednotlivé analýzy jsou graficky zpracovány se slovním hodnocením. Z grafů je pak možné vyčíst, která nabídka, od kterého poskytovatele a z jakého hlediska je pro daného zákazníka tou nejvýhodnější. Analýza je zpracovaná konkrétně pro ulici Selskou nacházející se v obci Řepiště.

Klíčová slova

datové služby; připojení k internetu; upload; download; xDSL; Wi-Fi; obec Řepiště

Abstract

The aim of this bachelor thesis is a clearly arranged processing of the possibilities of the connection to the data service in the village Řepiště. The paper focuses mainly on DSL and Wi-Fi technologies. In the theoretical part possibilities of the wireless, mobile, land-line and optical connections for data service access are described and explained. The main part of the thesis includes the description of selected companies providing data service in above mentioned location including particular offers from the providers. The analysis itself is treated from the final user's view with the emphasis on the price to provided service ratio. It states possible alternatives to existing options. Individual analyses are processed graphically together with verbal assessment. From the diagrams it is possible to find out which offer, from which provider and from which point of view is the most convenient for a specific customer. The analysis is made specifically for Selská Street located in the village Řepiště.

Key words

data service; Internet connection; upload; download; xDSL; Wi-Fi; village Řepiště

Seznam použitých symbolů

Symbol	Jednotky	Význam symbolu

Seznam použitých zkratk

Zkratka	Význam anglicky	Význam česky
2B1Q	2-binary, 1-quaternary	2-binární, 1-kvartenární
2G	2. generation	Druhá generace mobilních sítí
3G	3. generation	Třetí generace mobilních sítí
ADSL	Asymetric Digital Subscriber Line	Asymetrická digitální účastnická linka
AM-VSB	Amplitude Modulation-Vestigial Sideband	Amplitudová modulace s částečným potlačením postranních pásem
AP	Access Point	Přístupový bod
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Asynchronní přenosový mód
ATU-C	ADSL Termination Unit Central	ADSL na straně poskytovatele
ATU-R	ADSL Termination Unit Remonte	ADSL na straně účastníka
CAP	Carrier's Amplitude Phase	Amplitudově fázová modulace
CATV	Cable Television	Kabelová televize
CVoDSL	Channelized Voice Over DSL	Kanálové hlasové služby DSL
DMT	Discrete Multi Tone	Diskrétní multitónová modulace
DPH		Daň z přidané hodnoty
DSL	Digital Subscriber Line	Digitální účastnická linka
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Přístupový koncentrátor pro digitální uživatelské linky
DS	Downstream	Přenosový směr k uživateli
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum	Rozprostření signálu do větší části spektra
E1		1. řád PDH s rychlostí 2048 kbit/s
EC	Echo Cancellation	Potlačení ozvěny
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	Rozšíření datových přenosů GSM

EGPRS	Enhanced GPRS	Rozšířená GPRS
FDD	Frequency Division Duplex	Frekvenčně dělený duplex
FEXT	Far End Cross Talk	Přeslech na vzdáleném konci
F-FTP	Folied-Folied Twisted Pair	Stíněná kroucená dvojlinka
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum	Metoda frekvenčních přeskoků
FSO	Free Space Optics	Optický systém ve volném prostoru
FTP	Folied Twisted Pair	Stíněná kroucená dvojlinka
FTTB	Fiber To The Building	Optické vlákno ukončeno v budově
FTTC	Fiber To The Curb	Optické vlákno ukončeno u chodníku
FTTE	Fiber To The Exchange	Optické vlákno ukončeno v ústředně
FTTH	Fiber To The Home	Optické vlákno ukončeno v domácnosti
FTTN	Fiber To The Node	Optické vlákno ukončeno v síťovém uzlu poskytovatele
FUP	Fair Uses Policy	Omezení objemu přenesených dat
GPRS	General Packet Radio Service	Přenos dat v GSM
GSM	Global System for Mobile Communications	Globální systém pro mobilní komunikaci
HD	High Definition	Vysoké rozlišení
HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line	Vysokorychlostní digitální účastnická linka
HDTV	High Definition Television	Televize s vysokým rozlišením
ICT	Information and Communication Technologies	Informační a komunikační technologie

IDSL	Integrated Digital Subscriber Line	Integrovaná digitální účastnická linka
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství
IP	Internet Protocol	Protokol síťové vrstvy
IPTV	Internet Protocol Television	Televize přes internetový protokol
ISDN	Integrated Services Digital Network	Digitální síť integrovaných služeb
ISDN-BRA	ISDN-Basic Rate Access	ISDN základní přístup (144 kbit/s)
ISM	Industry Scientific and Medical Band	Bezlicenční pásmo
ITU-T	International Telecommunication Union-Telecommunication	Mezinárodní telekomunikační unie
LAN	Local Area Network	Lokální síť
LED	Light Emitting Diode	Světlo vyzařující dioda
LTE	Long Term Evolution	Mobilní síť 4. generace
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Mnoho vstupů mnoho výstupů
NEXT	Near End Cross Talk	Přeslech na blízkém konci
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ortogonální multiplex s frekvenčním dělením
POTS	Plain Old Telephone Services	Základní telefonní služba
PSK	Phase Shift Keying	Klíčování fázovým posunem
PSTN	Public Switched Telephone Network	Veřejná telefonní síť
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Kvadrurní amplitudová modulace
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	Kvadrurní klíčování fázovým posuvem
SDSL	Symmetrical Digital Subscriber Line	Symetrická digitální účastnická linka
S-FTP	Screened-Folied Twisted Pair dvojlinka	Stíněná kroucená dvojlinka

S-STP	Screened-Shielded Twisted Pair	Stíněná kroucená dvojlinka
SHDSL	Single-paired High-bit-rate Digital Subscriber Line	HDSL po jednom páru vedení
STP	Screened Twisted Pair	Stíněná kroucená dvojlinka
TC-PAM	Trellis Coded-Pulse Amplitude Modulation	Pulsně amplitudová modulace s trellis kódováním
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol	Primární přenosový protokol/ protokol síťové vrstvy
TP	Twisted Pair	Kroucená dvojlinka
TV	Television	Televize
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Univerzální mobilní telekomunikační systém
US	Upstream	Přenosový směr do sítě
UTP	Unshielded Twisted Pair	Nestíněná kroucená dvojlinka
VDSL	Very-high-speed Digital Subscriber Line	Vysokorychlostní digitální účastnická linka
VoD	Video on Demand	Video na přání
VoIP	Voice over Internet Protocol	Přenos hlasových hovorů přes IP protokol
Wi-Fi	Wireless Fidelity	Označení bezdrátové komunikace
WLAN	Wireless Local Areal Network	Bezdrátová místní síť

Obsah

Úvod.....	- 1 -
1 Možnosti datových připojení.....	- 2 -
1.1 Bezdrátové připojení	- 2 -
1.1.1 Mobilní technologie	- 2 -
1.1.1 Bezdrátová technologie LAN	- 3 -
1.1.2 Bezdrátová optika.....	- 5 -
1.2 Pevné připojení.....	- 6 -
1.2.1 Metalická vedení	- 6 -
1.2.2 Optická vedení.....	- 16 -
2 Popis parametrů datových služeb	- 19 -
2.1 Přenosová rychlost	- 19 -
2.1.1 Upload	- 19 -
2.1.2 Download	- 20 -
2.2 Agregace.....	- 20 -
2.3 Cena.....	- 21 -
2.4 FUP (Fair User Policy).....	- 21 -
2.5 Dostupnost.....	- 21 -
3 Poskytovatelé datových služeb a jejich nabídky v dané lokalitě.....	- 23 -
3.1 Lokace obce Řepiště.....	- 23 -
3.1.1 Historie obce.....	- 24 -
3.1.2 Popis obce.....	- 24 -
3.2 Možnosti pevného připojení	- 26 -
3.2.1 Popis společnosti O2 Czech republic a jejich nabídka	- 26 -
3.2.2 Popis společnosti T-Mobile Czech republic a jejich nabídka.....	- 27 -
3.2.3 Popis společnosti Vodafone Czech republic a jejich nabídka	- 28 -
3.3 Možnosti bezdrátového připojení	- 29 -
3.3.1 Popis společnosti InternetHome a jejich nabídka.....	- 29 -
3.3.2 Popis společnosti Fifejdy.cz a jejich nabídka	- 30 -
3.3.3 Popis spolku W-forte z.s a jejich nabídka	- 31 -

4	Optimalizace konektivity datových služeb.....	- 32 -
4.1	Nabídky jednotlivých poskytovatelů.....	- 33 -
4.2	Srovnání pořizovacích nákladů	- 35 -
4.3	Cenové srovnání jednotlivých nabídek	- 37 -
4.4	Srovnání nabídek z hlediska agregace.....	- 40 -
4.5	Srovnání z hlediska délek smluvních závazků	- 41 -
4.6	Hodnocení poskytovatelů z hlediska přístupu k zákazníkovi.....	- 43 -
4.7	Optimalizace pro ulici Selskou v obci Řepiště.....	- 44 -
	Závěr	- 48 -
	Použitá literatura	- 49 -

Úvod

S bydlením na vesnicích je spojeno mnoho výhod, ale také nevýhod. Jednu z těchto nevýhod popisují právě v této práci. Jedná se o možnosti připojení k internetu. Ti co bydlí ve městech mají možnost vybírat si z nepřeberného množství nabídek a použitých technologií, ať už se jedná o VDSL, Wi-Fi a nebo optické přípojky, které nabízí přenosové rychlosti, o kterých se uživatelům na vesnicích může dnes jenom snít.

V práci popisují všechny možné a dostupné varianty připojení k internetu na vesnicích. Po přečtení by si měl čtenář ujasnit, z jakých možností může vybírat, jakou technologii využít a jakých maximálních přenosových parametrů je schopen docílit.

Samotná optimalizace je tvořena na míru obci Řepiště s konkrétním zaměřením na ulici Selskou. Jsou zde uvedeny pouze ty nabídky, ze kterých může potenciální klient vybírat a jaké budou skutečné maximální přenosové rychlosti, kterých bude připojení dosahovat a také ty, za které bude koncový zákazník platit. Veškeré analýzy jsou uvedeny přehledně v grafech se slovním popisem.

1 Možnosti datových připojení

V této kapitole si popíšeme možnosti datových připojení z hlediska použitého přenosového média, které si rozdělíme na pevné a bezdrátové. Pevná přenosová média budeme dále rozdělovat dle použitého materiálu kabelu, a to: na metalické a optické. V případě bezdrátové technologie budeme popisovat bezdrátovou technologii LAN (Wi-Fi), bezdrátové optické systémy a mobilní sítě. Co se týče pevných technologií, tak zde budeme uvádět technologii po stávajících účastnických vedeních DSL, kabelovou televizi CATV a zástupce optického připojení FTTx.

V případě přenosového média budeme hovořit o libovolném prostředí, které je schopno přenášet elektromagnetické vlnění anebo jinou formu energie. Nerozšířenějším typem přenosového média je dosud metalický kabel tvořený různým počtem uspořádaných vodičů. Bezdrátový přenos je uskutečňován za pomoci elektromagnetického vlnění (rádiových vln), ve volném prostoru, díky němuž je možné komunikovat bezdrátově. Dosud nejvyspělejší variantou přenosového média je optické vlákno, které využívá vyšších kmitočtů světelného záření.

1.1 Bezdrátové připojení

Jedná se o přenos informací mezi dvěma nebo více body, které nejsou fyzicky spojeny elektrickým vodičem. Mezi běžné zástupce bezdrátových technologií patří rádio, vysílačka, mobilní telefon a bezdrátové počítačové sítě. Podle typu přenosového média můžeme rozlišovat komunikaci světelnou (optickou), rádiovou a zvukovou (sonickou). Jednotlivé bezdrátové technologie dosahují přenosů na vzdálenosti od několika metrů (ovladač rádia) až po několik milionů kilometrů (komunikace meziplanetárních družic). [1]

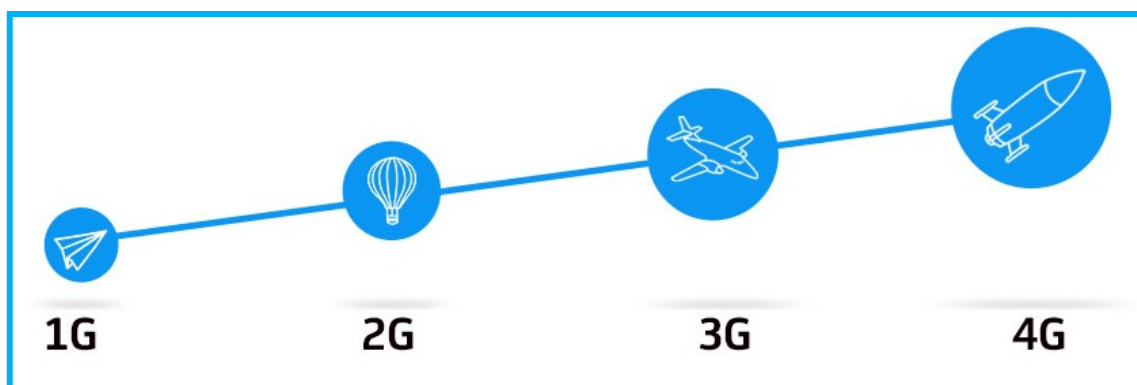
1.1.1 Mobilní technologie

Z hlediska mobilních technologií, jako poskytovatele připojení k datovým službám, budeme hovořit zejména o jejich generacích.

Jako zástupce datových přenosů 2G (druhé generace) budeme považovat systém GSM (Global System for Mobile Communications), který nabízí symetrické přenosové rychlosti, a to: 9,6 kbit/s a 14,4 kbit/s. S datovými službami systému GSM se dnes můžeme setkat pouze u speciálních šifrovacích telefonů a v průmyslových aplikacích. Dalším zástupcem této generace mobilních systémů je GPRS (General Packet Radio Service), který funguje na principu přepojování paketů, což nebylo dosud v sítích GSM možné. Přenosová rychlost, které systém GPRS dosahuje, je 9,6 kbit/s, přičemž teoretická maximální přenosová rychlost systému je 171,2 kbit/s. Poslední zástupce mobilních systémů druhé generace je systém EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution), který dosahuje maximálních přenosových rychlostí pro download 236,8 kbit/s a pro upload 59,2 kbit/s. Rozšířením systému EDGE je posléze systém EGPRS.

Od druhé generace se nyní přesuneme ke generaci 3G (třetí generace), kde budeme hovořit o systému UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), což je síť určena primárně pro datové přenosy a ne jak tomu bylo dřív, pro přenosy hlasové. Hlavními znaky sítí třetí generace jsou vysokorychlostní datové přenosy, podpora IP přenosů, vyšší kapacita sítě a tzv. multitasking, kdy uživatel stačí pouze jeden přístroj pro přístup k internetu a telefonování zároveň. Přenosové rychlosti, kterých systém dosahuje, jsou od 144 kbit/s pro rychle se pohybující mobilní stanice, až do 2 Mbit/s u nepohyblivých mobilních stanic. [2]

Jako zástupce mobilních systémů 4G (čtvrté generace) budeme považovat pouze systém LTE (Long Term Evolution), který představuje nejvyspělejší technologii pro mobilní datové přenosy dnešní doby. Maximální přenosová rychlost systému LTE, které je schopen dosáhnout, je pro download 172,8 Mbit/s a pro upload 57,6 Mbit/s. V roce 2013, při aukci LTE kmitočtů, se všichni tři tuzemští operátoři zavázali pokrytím 98 % České republiky signálem LTE do pěti let.



Obrázek 1.1: Znáznornění nárustu přenosových rychlostí u jednotlivých generací mobilních systémů [3]

1.1.1 Bezdrátová technologie LAN

V informačních technologiích výraz obsahující v sobě několik standardů IEEE 802.11 (Tab.: 1.1), které popisují bezdrátovou komunikaci v počítačových sítích. Setkat se taky můžeme s názvem Wireless LAN (Local Area Network) nebo WLAN. Tato technologie je založena na bezdrátovém přenosu pomocí bezlicenčního frekvenčního pásma ISM (Industry Scientific and Medical Band). Bezlicenční frekvenční pásmo je určeno převážně pro průmysl, lékařství a vědu. Rozsahy bezlicenčního pásma jsou dány: 902 - 928 MHz; 2,4 - 2,4835 GHz; 5,725 - 5,850 GHz, přičemž technologie Wi-Fi využívá právě rozsahy 2,4 GHz a 5 GHz. Výstavba této sítě je velmi jednoduchá a ne moc nákladná, protože zde odpadá nutnost pokládky kabelů, která tvoří velkou část zřizovacích nákladů. [4]

Tabulka 1.1: *Standardy technologie Wi-Fi včetně jejich parametrů*

Standard	Rok vydání	Pásmo [GHz]	Maximální rychlost [Mbit/s]	Fyzická vrstva
IEEE 802.11	1997	2,4	až 2	DSSS a FHSS
IEEE 802.11a	1999	5	až 54	OFDM
IEEE 802.11b	1999	2,4	až 11	DSSS
IEEE 802.11g	2003	2,4	až 54	OFDM
IEEE 802.11n	2009	2,4 nebo 5	až 300	OFDM, MIMO
IEEE 802.11ac	2013	2,4 nebo 5	až 1200	OFDM, MIMO

IEEE 802.11 - standard známý jako bezdrátová technologie WLAN (Wireless LAN), která vznikla v roce 1992, kdy bylo uvolněno bezlicenční frekvenční pásmo ISM 2,4 GHz ve kterém pracuje. Maximální přenosová rychlost byla až 2 Mbit/s, při použití metody frekvenčních přeskoků FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) a rozprostření signálu do větší části spektra DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).

IEEE 802.11a - tento standard Wi-Fi pracuje v pásmu 5 GHz a s maximální přenosovou rychlostí 54 Mbit/s, přičemž používá ortogonální frekvenční multiplex OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

IEEE 802.11b - vyvinut v roce 1999 a pracující v pásmu ISM 2,4 GHz. Maximální přenosová rychlost 11 Mbit/s, která se však dynamicky mění dle rušení prostředí. Na fyzické vrstvě používá metodu rozprostření signálu do větší části spektra DSSS, která dělí přenosové pásmo na 14 kanálů. V České republice je schváleno pouze 13 kanálů. Odstup jednotlivých kanálů je 5 MHz, přičemž šířka jednoho je 22 MHz.

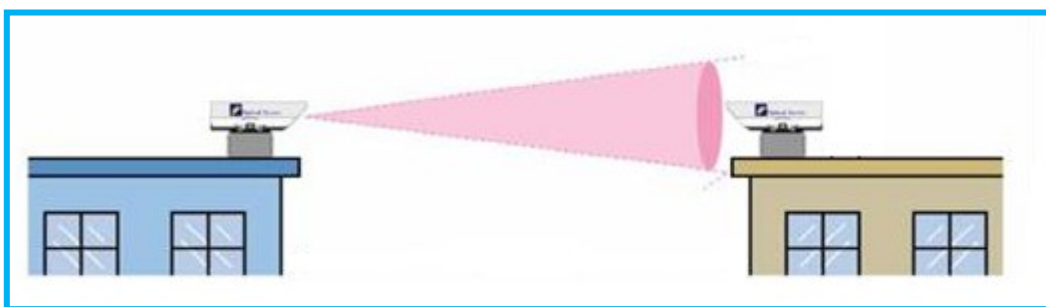
IEEE 802.11g - schválena v roce 2003, umožňující maximální přenosovou rychlost 54 Mbit/s v pásmu ISM 2,4 GHz. Na fyzické vrstvě používá ortogonální multiplex s frekvenčním dělením OFDM.

IEEE 802.11n - bezdrátový standard, který může využívat jak pásmo 2,4 GHz, tak i 5 GHz s šířkou kanálu 40 MHz. Rychlosti, kterých dosahuje, jsou od 54 Mbit/s až do 600 Mbit/s. Dalším znakem je použití technologie více vstupové - více výstupové MIMO (Multiple Input and Multiple Output), která používá více antén na vysílači i přijímači, čímž zlepšuje kvalitu komunikace.

IEEE 802.11ac - nejnovější verze standardu pro Wi-Fi bezdrátové sítě, který pracuje v pásmu 5 GHz. Standard počítá s přenosovou rychlostí až 1200 Mbit/s při použité šířce pásma až 160 MHz oproti předchozím 40 MHz u standardu IEEE 802.11n.

1.1.2 Bezdrátová optika

Optická síť ve volném prostoru založená na technologii FSO (Free Space Optics), která nabízí přenosové rychlosti srovnatelné s pevnou optickou sítí. Výhodou bezdrátové optiky je jednoduchost instalace, přenosová rychlost, která mnohdy dosahuje i několika Gbit/s, a bezpečnost. Hlavní nevýhody spočívají v maximálním dosahu, který je do 10 km (reálně 2 km) a závislosti na počasí. Nutná je taky přímá viditelnost vysílače a přijímače (Obr.: 1.2). Z důvodu poměrně velké závislosti na počasí se často využívá automatické zálohování optického bezdrátového spoje pomocí rádiového spoje, kterému mlha nečiní žádné větší obtíže jako je tomu u optického spoje. Použitím výše uvedeného hybridního řešení je poskytovatel schopen docílit dostupnosti požadovaných 99,999 %.



Obrázek 1.2: Zobrazení přímé viditelnosti vysílače a přijímače [5]

Přenos dat probíhá pomocí pulsně modulovaných signálů, které dosahují přenosových rychlostí od 100 Mbit/s až po řádově Gbit/s. Přenášený světelný signál je na krátké vlnové délce 880 nm a na dlouhé vlnové délce 1550 nm. Tyto signály tudíž spadají do oblasti infračerveného spektra a jsou tak i pro běžné oko neviditelné. Každý světelný vysílač v sobě obsahuje i světelný přijímač a elektroniku, která převádí přijatý signál do tvaru srozumitelného pro počítač. Každý optický bezdrátový spoj je tvořen dvěma stejnými jednotkami, které musí mít mezi sebou přímou viditelnost. Vysílač má za úkol vyslat světelný signál o maximálním výkonu tak, aby dorazil na plochu přijímače. Jako světelný zdroj může být použita výkonnější, ale dražší laserová dioda, nebo méně výkonná, zato levnější, výkonová LED (Light Emitting Diode) dioda. Úkolem přijímače je pochycení světla vyslaného vysílačem a jeho usměrnění na detektor.

Co se týče upevnění optických bezdrátových vysílačů a přijímačů, tak zde je kladen velký důraz na vysokou pevnost uchycení. Jakékoliv zachvění, nebo vychýlení vysílače, nebo přijímače, by způsobilo ztrátu optického spojení. Místa, kde všechny vychýlky nevyřeší pouze kvalitní přichycení, jsou výškové budovy. Zde systém naráží na problém vychylování celé stavby v řádech i několika desítek centimetrů. Proto zařízení použité na takových to stavbách musí být vybaveny systémem aktivního zaměřování, které si podle situace samy upravují směr paprsku. [6]

1.2 Pevné připojení

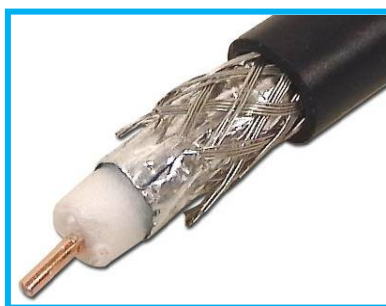
Přípojka realizována různým druhem kabelu, pomocí kterého je zařízení „pevně“ spojeno se sítí. Mezi hlavní zástupce pevného připojení patří služby DSL, přípojka přes kabelovou televizi CATV a přípojky přes optické vlákno. Nejpočetnější skupinu pevných přípojek tvoří DSL, za ní následuje CATV a poslední jsou optické přípojky. Výhodou pevného připojení je možnost provozování další doplňkové služby po kabelu jako např. digitální televize, přenos hlasových hovorů přes IP protokol VoIP (Voice over Internet Protocol), anebo půjčovna filmů VoD (Video on Demand). [7]

1.2.1 Metalická vedení

Přenosové médium využívající pro přenos signálu kovové (metalické) nejčastěji měděné části kabelu, které jsou pak dále obaleny potřebnými ochranami. U metalických vedení rozlišujeme dva základní druhy kabelu, a to: nesymetrické (asymetrické) vedení (koaxiální pár) a symetrické vedení (symetrický pár). Zástupce těchto skupin si popíšeme nyní.

Koaxiální kabel

Jedná se o asymetrický kabel, který pro svůj přenos využívá dvou vodičů, jejichž role nejsou rovnocenné (jsou k sobě asymetrické). Střed kabelu je tvořen silnějším, většinou měděným drátem a prochází středem celého kabelu, což tvoří jeden vodič. Druhý vodič je tvořen vodivou síťkou, kterou od středového vodiče odděluje izolační vrstva. Celý kabel je potom zabalen ve vnějším plášti (obr.: 1.3). Přenášený signál je reprezentován napětím mezi středovým vodičem a vodivou síťkou. Koaxiální kabel pracuje primárně v základním pásmu 0-150 MHz, což však omezuje maximální dosah na stovky metrů. Použitím vhodné modulace můžeme docílit přenosu v přeloženém pásmu 50-750 MHz, kdy už lze překlenout vzdálenost řádově v jednotkách km. S aplikací těchto kabelů se dnes můžeme setkat u napáječů antén, kabelových televizí nebo připojení datové sítě přes CATV. [8]

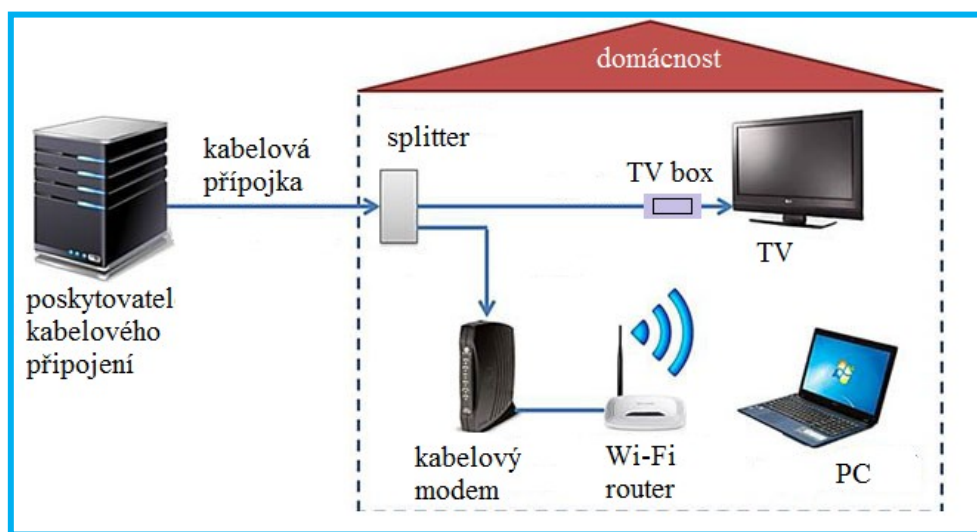


Obrázek 1.3: Složení koaxiálního kabelu [9]

Nyní si popíšeme použití koaxiálního kabelu v sítích kabelové televize CATV. Sítě kabelové televize umožňující, vedle standardní distribuce TV a rozhlasových programů, obousměrné datové přenosy po metalickém vedení tvořeném nesymetrickým

párem - koaxiálním kabelem. Existují dva způsoby přenosu rozhlasových a televizních signálů v sítích CATV. Jedním z nich je analogový přenos frekvenčně modulovaného signálu v pásmu 87,5-108 MHz, kde jsou televizní programy distribuovány jako amplitudově modulované signály modulovány AM-VSB (Amplitude Modulation-Vestigial Sideband) modulací s částečným potlačením dolních pásem. Druhým způsobem přenosu je digitální přenos signálu, kde jsou signály šířeny pomocí satelitního vysílání nebo po pozemních vysílačích. Komprimace a kódování obrazu a zvuku je podle standardu mezinárodní telekomunikační unie ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication) H.262 MPEG-2 (Motion Pictures Experts Group), kde jsou signály sdružovány do digitálního programového toku MPEG-2 s rychlostí 34 Mbit/s a modulovány pomocí QAM modulace.

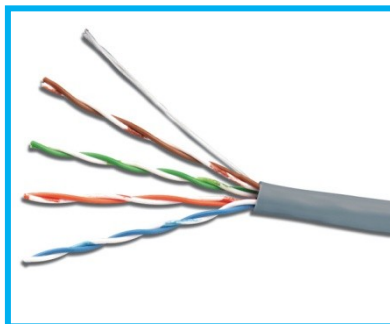
Zařízení zprostředkující datové služby se nazývá kabelový modem. Funkci modemu může zastávat i tzv. Set Top Box (Obr.: 1.4). Pro obousměrný přenos signálu využívá CATV frekvenční dělení, to znamená, že pro každý přenosový směr existuje frekvenční pásmo. Pro směr k účastníkovi (downstream) používá CATV v Evropě frekvenční pásmo 65 - 850 MHz se šířkou kanálů 8 MHz. Pro směr od účastníka (upstream) se v Evropě využívá frekvenční pásmo 5-65 MHz. Ve směru od účastníka přenášený signál vystaven docela silnému rušení, a proto se zde využívá modulace s menším počtem stavů QPSK a 16-QAM. Pokud není síť kabelové televize vybudována obousměrně, lze zpětný kanál realizovat propojením modemu a standardní telefonní přípojky do stanice kabelové televize, tento způsob je označován jako telco-return.



Obrázek 1.4: Schéma telekomunikační sítě využívající technologii CATV

Kroucená dvojlinka TP (Twisted Pair)

Kabel je tvořen zkroucenými páry vodičů k vůli eliminaci přeslechů, které jsou pak spolu zkrouceny uvnitř kabelu (Obr.: 1.5). Patří do skupiny symetrických vedení, protože oba vodiče jsou v rovnocenné pozici. Signál, který se přenáší po kroucené dvojlince, je vyjádřen jako rozdíl potenciálů obou vodičů. Vznik kabelu způsobil požadavek na využití stávajících telefonních rozvodů. Typicky se TP kabely využívají v počítačových sítích Ethernet. Maximální dosah je 100 m, a to při přenosových rychlostech do 1 Gbit/s. Přenosovou rychlost kabelu udává jeho kvalita, kategorie (viz. Tab.: 1.2). 0



Obrázek 1.5: Čtyřpárová kroucená dvojlinka [9]

Typy kroucených kabelů:

- UTP (Unshielded Twisted Pair) - nestíněná kroucená dvojlinka
- STP (Screened Twisted Pair) - stíněná kroucená dvojlinka, každý pár stíněný opletením
- FTP (Foiled Twisted Pair) - stíněná kroucená dvojlinka stíněná fólií - všechny páry dohromady
- S-FTP (Screened - Foiled Twisted Pair) - stíněná kroucená dvojlinka, kabel stíněný po párech fólií, celkově stíněný opletením
- F-FTP (Foiled - Foiled Twisted Pair) - stíněná kroucená dvojlinka, kabel po párech stíněný fólií a ještě společně stíněný fólií
- S-STP (Screened - Shielded Twisted Pair) - stíněná kroucená dvojlinka, kabel stíněný po párech opletením a ještě stíněný společně opletením

Tabulka 1.2: Kategorie TP kabelů včetně jejich parametrů

Označení	Typ kabelu	Šířka pásma	Délka [m]	Přenosová rychlost
Cat3	UTP	16	100	100 Mbit/s
Cat4	UTP	20	100	16 Mnit/s
Cat5	UTP	100	100	100 Mbit/s
Cat5e	UTP	150	100	1 Gbit/s
Cat6	UTP	200	55	10 Gbit/s
Cat7	S/FTP	600	100	10 Gbit/s

Technologie xDSL

Digitální přenosové systémy používané na účastnickém přípojném vedení jsou označovány jako DSL (Digital Subscriber Line). Tyto systémy využívají stávajících symetrických párů v místních kabelech, ale na vyšších kmitočtech, než pro které byly původně určeny. Vzdálenosti, na kterých je možno použít tyto systémy se pohybují od stovek metrů až k jednotkám kilometrů, a to s přenosovou rychlostí od stovek kbit/s do desítek Mbit/s (Tab.: 1.3).

Digitální účastnické přípojky lze primárně rozdělit z hlediska symetrie přenosových směrů k účastníkovi (downstream) a od účastníka (upstream) na symetrické a asymetrické. [10]

Symetrické přípojky - přenosová rychlost uploadu i downloadu je shodná:

- DSL (Digital Subscriber Line)
- IDSL (Integrated Digital Subscriber Line)
- HDSL (High-bit-rate Digital Subscriber Line)
- SDSL (Symmetrical Digital Subscriber Line)
- SHDSL (Single-paired High-bit-rate Digital Subscriber Line)
- VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line)

Asymetrické přípojky - přenosová rychlost uploadu a downloadu je rozdílná:

- ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Line)
- VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line)

Další rozdělení je podle metody digitálního přenosu:

- V základním pásmu (IDSL, HDSL, SDSL, SHDSL)
- V přeloženém pásmu (ADSL, VDSL)

Tabulka 1.3: *Přehled systémů technologie xDSL*

Označení	Doporučení ITU-T	Upload [Mbit/s]	Download [Mbit/s]	Linkový kód/modulace	Metoda duplexního přenosu	Dosah [km]
IDSL	-	0,128	0,128	2B1Q	EC	cca 6
HDSL	G.991.1	2	2	2B1Q/CAP	EC	3
SDSL	-	až 2,3	až 2,3	2B1Q	EC	2 až 5
SHDSL	G.991.2	až 2,3	až 2,3	16-TCPAM	EC	2 až 7
ADSL	G.992.2	až 1,5	až 0,5	DMT	FDD, EC	2 až 5
ADSL 2	G.992.3	až 2	až 12	DMT	FDD, EC	cca 8
ADSL 2+	G.992.5	až 1,4	až 24	DMT	FDD, EC	cca 3
VDSL symet.	G.993.1	až 6,4	až 52	DMT QAM	FDD	0,3 až 1,5
VDSL asymet.	G.993.1	až 26	až 26	DMT QAM	FDD	0,3 až 1,5
VDSL 2	G.993.2	až 100	až 100	DMT	FDD	0,3 až 5

IDSL - integrovaná digitální účastnická linka

Jedná se o nejstaršího zástupce xDSL technologie označovaného též jako DSL (Digital Subscriber Line), u kterého je fyzický přenos uskutečňován jako u základní přípojky ISDN-BRA (Integrated Services Digital Network - Basic Rate Access), odtud tedy název IDSL (ISDN DSL). Přenosová rychlost se skládá ze dvou nezávislých kanálů o rychlosti 64 kbit/s a jednoho signalizačního kanálu o rychlosti 16 kbit/s, celkem je tedy přenosová rychlost 144 kbit/s, která je pevně daná. IDSL neumožňuje současný přenos analogového telefonního signálu, protože pro přenos v základním pásmu využívá linkový kód 2B1Q (2-binary, 1-quarternary) a metodu EC (Echo Cancellation) pro oddělení přenosových kanálů. [11]

HDSL - vysokorychlostní digitální účastnická linka

Systémy umožňující obousměrný přenos dat s maximální přenosovou rychlostí 2048 kbit/s (E1 - první řád systému PDH) po nestísněných metalických párech, a to do vzdálenosti 3,6 km. Použitím opakovačů lze maximální dosah zvýšit až na 20 km. Technologie umožňuje obousměrný přenos s použitím metody potlačení ozvěn EC (Echo Cancellation). Pro samotný přenos využívá HDSL linkový kód 2B1Q, který zapříčiňuje, že na stejném symetrickém páru není možné zároveň využívat služeb ISDN nebo telefonní frekvenční pásmo. Pro přenos je možné využít dva až tři páry účastnického vedení (viz. Tab.: 1.4). [11]

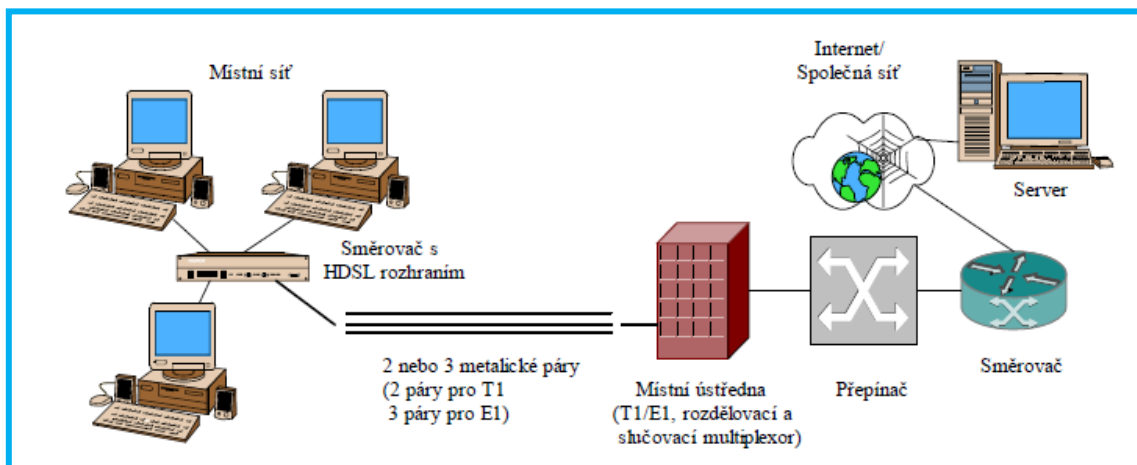
Tabulka 1.4: *Závislost rozdělení přenosové rychlosti na počtu použitých párů vedení*

páry	TU-12 [kbit/s]	v_p' [kbit/s]	služební kanál [kbit/s]	v_p [kbit/s]	v_m [kbit/s]	A (kHz)
2	2304	1152	16	1168	584	27 dB
3	2304	768	16	784	392	31 dB

Použitím třípárového vedení je celková přenosová rychlost 2304 kbit/s rozdělena mezi tři páry tak, že každý pár pak dosahuje přenosové rychlosti 784 kbit/s. V praxi se technologie HDSL využívala převážně pro propojování ústředí po metalickém vedení. Nevýhodou byla nutnost použití dvou nebo tří párů přípojného vedení (Obr.: 1.6).

HDSL 2

Nutnost použití dvou nebo tří párů metalického vedení, byla hlavním důvodem proč modernizovat HDSL. HDSL 2 už tedy využívá pouze jeden symetrický pár a pulsně amplitudovou modulaci signálu s trellis kódováním TC-PAM (Trellis-Coded Pulse Amplitude Modulation). Přenosové rychlosti jsou stejné jako u původní HDSL.



Obrázek 1.6: Schéma architektury systému HDSL [12]

SDSL - symetrická digitální účastnická linka

Symetrická digitální účastnická přípojka s maximální přenosovou rychlostí 2 Mbit/s, která však může být i menší, záleží na nastavení konkrétního uživatele. Nastavení lze provést ručně anebo automaticky dle aktuálního vytížení vedení. Přenosová rychlost se pak pohybuje v rozmezí od 192 kbit/s do 2312 kbit/s a to s dosahem do 6 km. Co se týče použitého multiplexu, tak SDSL využívá metodu časového dělení kanálů TDM (Time Division Multiplex), ale lze použít i asynchronní přenosový mód ATM (Asynchronous Transfer Mode) a TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

SHDSL - HDSL po jednom páru vedení

Jedná se o plně duplexní přípojku provozovanou po jednopárovém symetrickém vedení, která přišla jako následovník systému HDSL. Systém SHDSL dosahuje na účastnickém rozhraní přenosových rychlostí od 192 kbit/s do 2312 kbit/s. Pro samotný přenos je použita pulsně amplitudová modulace s Trellis kódováním (16-TCPAM). [13]

ADSL - asymetrická digitální účastnická linka

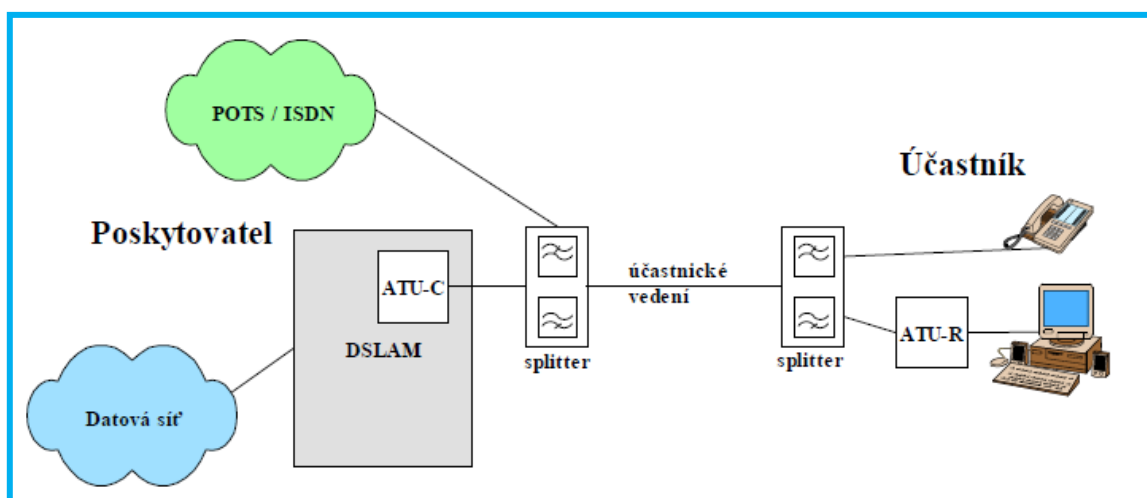
Technologie s označením dle ITU-T G. 992.1 využívající stávající symetrické metalické vedení k digitálnímu přenosu vyšších přenosových rychlostí, avšak v širším frekvenčním pásmu, než pro které bylo původně dimenzované. Přenos signálu u ADSL probíhá ve frekvenčně přeloženém pásmu, což umožňuje koexistenci stávající telefonní nebo ISDN přípojky. Souběžný provoz ADSL a VDSL s telefonní přípojkou POTS (Plain Old Telephone Service) klasické telefonní sítě PSTN (Public Subscriber Telephone Network), nebo se základní přípojkou ISDN-BRA, zajišťuje kmitočtové oddělení použitím Splitteru (rozbočovače) (obr.: 1.7) na obou stranách účastnického vedení. Rozbočovač je realizován jako horní a dolní propust, která rozdělí obousměrné přenášené frekvenční pásmo. Jedno pásmo je pro přenos

telefonního kanálu (do 3,4 kHz), nebo ISDN (do 80 kHz), a druhé pro přenos digitálního signálu.



Obrázek 1.7: *Splitter [14]*

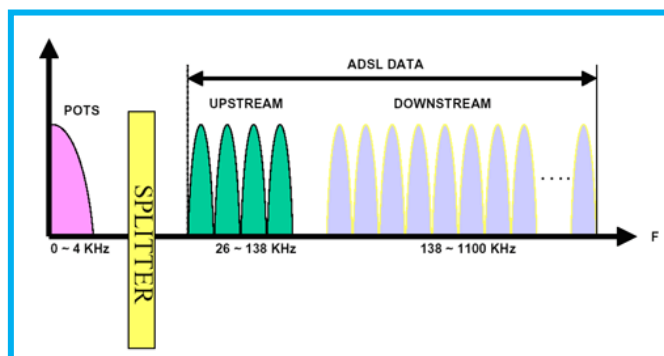
ADSL modemy zajišťují vysokorychlostní přenos signálu za pomoci modemu ATU-R (ADSL Termination Unit Remote) na straně uživatele a ATU-C (ADSL Termination Unit Central) na straně poskytovatele. DSLAM (DSL Access Multiplexor) přístupový koncentrátor pro digitální účastnické linky je zařízení, které shromažďuje datový provoz od všech přípojek k němu připojených. Součástí DSLAMU je většinou i ústřednový modem.



Obrázek 1.8: *Architektura ADSL [12]*

Přenosové rychlosti u ADSL jsou, jak už je názvu patrné, asymetrické a tedy maximální přenosová rychlost Download (k účastníkovi) je 8 Mbit/s a Upload (od účastníka) je 1 Mbit/s. Původně bylo ADSL navrženo pro přenos VoD (Video on Demand) videa na přání. Dnes je však využíváno především pro přístup k Internetu (Obr.: 1.8).

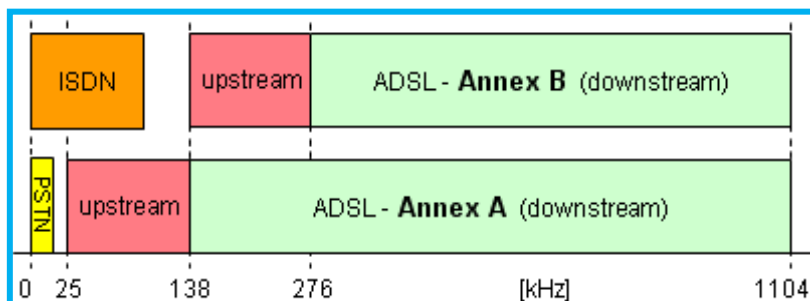
ADSL dle standardu ITU-T G. 992 používá diskretní multitónovou modulaci DMT (Discrete Multi-Tone), která celý přenosový kanál rozdělí na subkanály a v každém subkanálu je pak použita QAM modulace. Frekvenční pásmo 0 - 1,104 MHz je u ADSL rozděleno do 256 subkanálů s roztečí 4,3125 kHz. Telefonní kanály a ISDN-BRA jsou pak přenášeny ve spodní části frekvenčního spektra (Obr.: 1.9).



Obrázek 1.9: Rozdělení frekvenčního spektra u ADSL [15]

Obousměrný datový přenos po jednom vedení zajišťuje metoda frekvenčně děleného duplexu FDD, která má vyhrazená pásma s dělicím kmitočtem 138 kHz mezi subkanály 31 a 32, nebo metoda potlačení ozvěn EC, která dosahuje rozšíření frekvenčního pásma pro download za pomoci překrývání pásem obou přenosových směrů. U ADSL systému se můžeme setkat se třemi možnostmi použité modulace, a to: QAM modulace, amplitudově fázová modulace CAP (Carrierless Amplitude Phase) nebo DMT, které jsou však mezi sebou vzájemně kompatibilní.

Ve standardu ADSL dle ITU-T G. 992.1 nalezneme dvě varianty použitého DSLAMU a to: Annex A a Annex B. Annex A se dříve používal u přípojek, na kterých byli připojeni zákazníci s pouze analogovou linkou POTS (PSTN), kde bylo zbylé frekvenční pásmo od 25 kHz do 1104 kHz celé k dispozici pro účely ADSL. Zákazník je připojen na Annex B ve chvíli, kdy už nemá analogovou linku, ale linku ISDN, proto musel být frekvenční rozsah ADSL posunut až od 138 kHz pro upload a pro download na 276 kHz. Frekvenční rozsah Annexu B končí stejně jako u Annexu A na 1104 kHz (Obr.: 1.10). V dnešní době je drtivá většina zákazníků ADSL připojena k Annexu B.



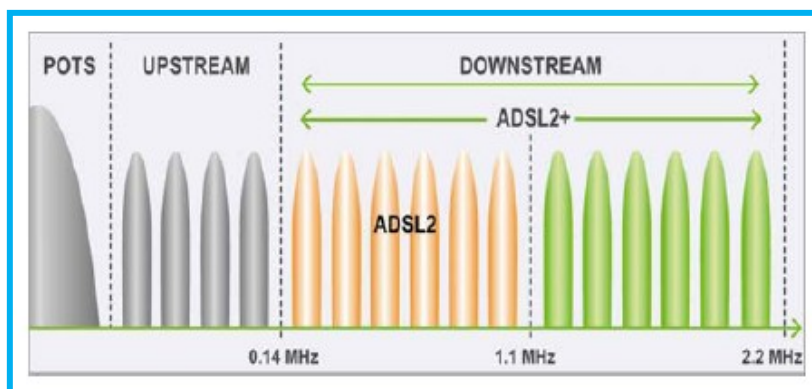
Obrázek 1.10: Rozdělení frekvenčního spektra ADSL v závislosti na použitém Annexu [16]

ADSL 2

Standard označený dle ITU-T jako G. 992.3 a G. 992.4, který je plně kompatibilní se základním ADSL. Hlavním plusem ADSL2 je kromě navýšení přenosové rychlosti downloadu a zvětšení maximální vzdálenosti také možnost flexibilní struktury rámce (různé délky), která dovoluje snížení režii přenosu dat. Maximální rychlost, které systém dosahuje je až 12 Mbit/s pro download a 2 Mbit/s pro upload. Další novinkou u ADSL 2 je nová metoda přenosu telefonního signálu CVoDSL (Channelized Voice over DSL), kde je telefonní signál digitalizovaně přenášén v subkanálech, pro účely hovorové komunikace, která je zcela oddělena od datových signálů ADSL. CVoDSL je přenášeno souběžně s analogovým přenosem signálu v základním pásmu a vedle přenosu digitalizovaného telefonního signálu. [17]

ADSL 2+

Tato verze systému ADSL využívá pro zvýšení přenosové rychlosti rozšíření přenosového pásma na dvojnásobek (Obr.: 1.11). Dle ITU-T je ADSL 2+ standardizovaná jako G. 992.5 s horní frekvencí pásma 2,208 MHz, která svými přenosovými rychlostmi dokáže konkurovat VDSL přípojkám. Maximální přenosová rychlost, které systém dosahuje je 24 Mbit/s pro download a 1,4 Mbit/s pro upload. [17]

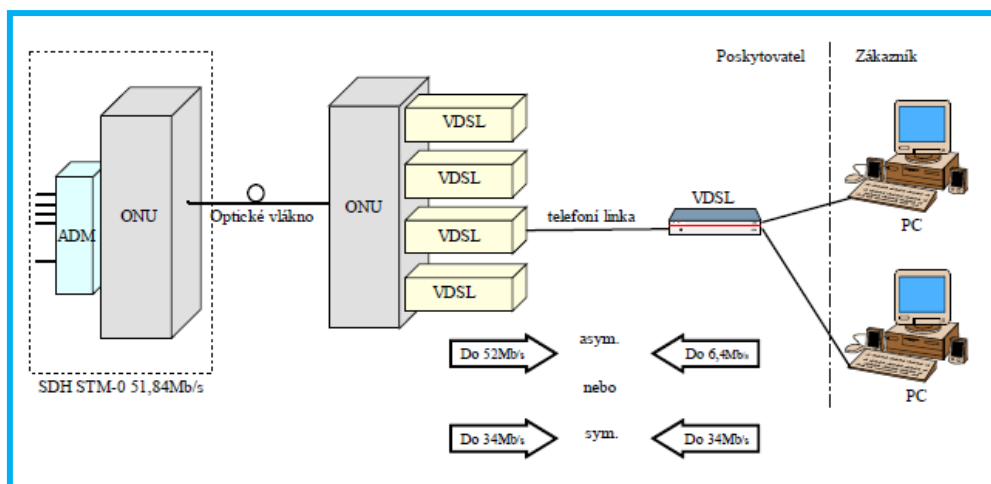


Obrázek 1.11: Porovnání rozdělení frekvenčního spektra ADSL2 a ADSL2+ [18]

VDSL - vysokorychlostní digitální účastnická linka

Symetrická, ale i asymetrická digitální účastnická přípojka standardizovaná dle ITU-T jako G. 993.1. V symetrickém režimu dosahuje maximální přenosové rychlosti až 26 Mbit/s v obou směrech, kdežto v asymetrickém režimu je hodnota uploadu až 6,4 Mbit/s a hodnota downloadu až 52 Mbit/s. Uvedené přenosové rychlosti nejsou pevně dány, stejně jako u ADSL, protože závisí na mnoha aspektech, zejména na útlumu vedení a vzdálenosti přípojky. VDSL dosahuje větších přenosových rychlostí díky rozšíření přenosového pásma až k 30 MHz, to však způsobuje menší dosah (max. 1,6 km). Tak jako ADSL, tak i VDSL umožňuje souběžný provoz s POTS, nebo ISDN-BRA, za pomoci rozbočovačů (splitterů). VDSL využívá metodu frekvenčního dělení FDD, protože pro oddělení směrů přenosu nelze ve vyšších frekvenčních pásmech přizpůsobit překrývání pásem a oddělení pomocí metody EC, protože by přeslech neumožnil přenos výrazným zmenšením odstupu signálu od šumu, proto systém VDSL využívá

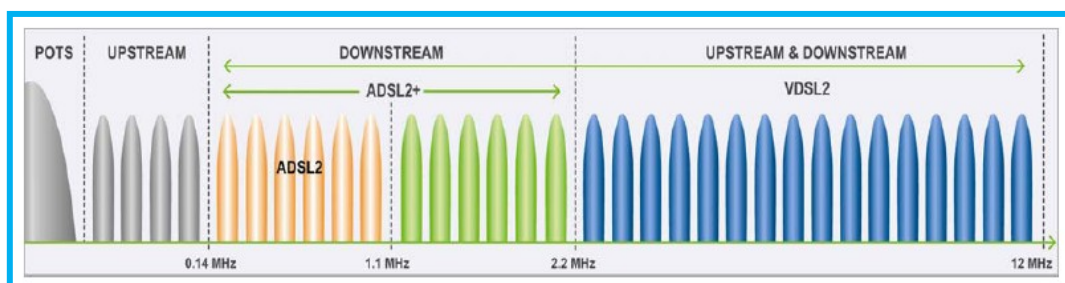
metodu frekvenčního dělení FDD. Protože má systém VDSL podstatně menší dosah než ADSL, nalezne své uplatnění převážně v lokálních sítích LAN, anebo jako zajištění posledního úseku přenosu zakončené optické sítě typu FTTB (Fiber To The Building) a FTTC (Fiber To The Curb) k uživateli (Obr.: 1.12).



Obrázek 1.12: *Architektura VDSL [12]*

VDSL 2

Druhá generace VDSL, dle standardu ITU-T G.993.2, využívá pro komunikaci pásmo až do 30 MHz (Obr.: 1.13), při maximální přenosové rychlosti až 100 Mbit/s symetricky, ale tato maximální rychlost je dosažitelná pouze do 300 metrů přípojného vedení. V české republice bylo VDSL2 nasazeno v roce 2011 přibližně do poloviny domácností. V roce 2012 byla přenosová rychlost zvýšena z 16 Mbit/s downloadu a 1 Mbit/s uploadu na 20 Mbit/s downloadu a 2 Mbit/s uploadu. Další změna přenosové rychlosti byla ze stávajících 25 Mbit/s downloadu a 2 Mbit/s uploadu na 40 Mbit/s downloadu a 2 Mbit/s uploadu. Hlavním důvodem pro zavedení standardu VDSL2 byla nutnost přenosu triple play služeb a to: přenos hlasu, videa a televize ve vysokém rozlišení HDTV (High Definition Television). Další důvodem zavedení nového standardu byla vysoká cena optického připojení až do bytu a tento problém řešilo právě připojení po stávajícím metalickém vedení, které zajišťovalo poslední úsek samotného připojení. [19]

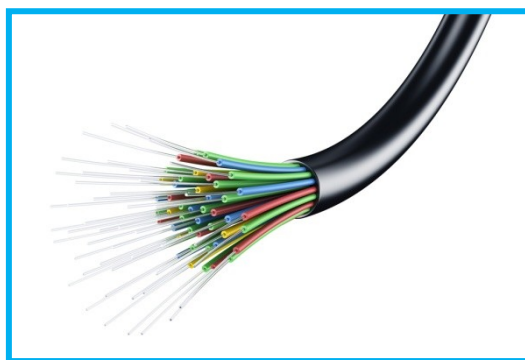


Obrázek 1.13: *Šířky přenosových pásem u jednotlivých technologií [20]*

1.2.2 Optická vedení

Optický kabel se může skládat ze skleněného nebo plastového optického vlákna, které přenáší signál prostřednictvím světelného záření. Optická vlákna jsou nejčastěji využívána k přenosu dat na delší vzdálenosti při vyšších přenosových rychlostech, než jakých dosahují běžná přenosová média. Další výhodou optických vláken oproti metalickým kabelům je, že signály jsou přenášeny s menší ztrátou signálu a zároveň vlákna nejsou ovlivňovány elektromagnetickým rušením okolních kabelů. Každé optické vlákno může přenášet několik různých signálů (vidů), a to s využitím jiné vlnové délky světla. V telekomunikační technice se nejvíce využívají optická vlákna vyrobená z křemičitého skla z důvodu nižšího optického útlumu. Při komunikaci na kratší vzdálenosti do 550 m se používají vlákna mnohavidová a při komunikaci na delší vzdálenosti zase jednovidová.

Optické vlákno si lze představit jako válcový dielektrický vlnovod, ve kterém se šíří elektromagnetické vlny (světlo nebo infračervené záření) ve směru osy vlákna s využitím principu totálního odrazu na rozhraní dvou prostředí s rozdílným indexem lomu. Vnitřní část vlákna se nazývá jádro, které je obaleno pláštěm a primární ochranou (Obr.: 1.14). [21]



Obrázek 1.14: Optický kabel [22]

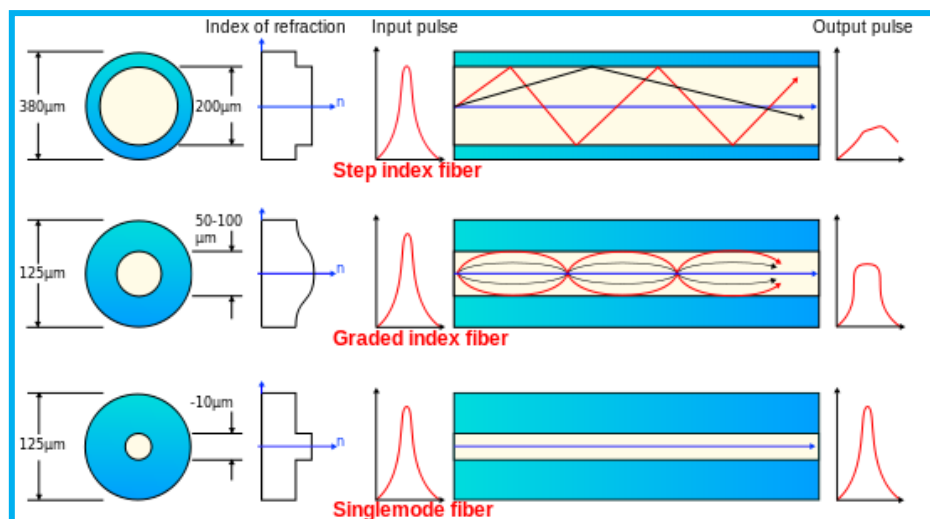
Multi mode (vícevidové) optické vlákno

Jedná se o typ optického vlákna, který se používá v počítačových sítích na krátké vzdálenosti, nejčastěji uvnitř budov. Přenosová rychlost multimodových vláken se pohybuje okolo 10 Mbit/s až do 10 Gbit/s a to do vzdálenosti 600 metrů. Vícevidové vlákna mají průměr jádra větší než 10 μm , typicky od 50 do 100 μm a jsou schopna přenášet více vidů. Nevýhodou je poměrně velký útlum, malá šířka pásma a problémy s módovou disperzí způsobené přenosem více vidů. Mezi výhody patří nízká cena, snadná vazba zdrojů LED (Light-Emitting Diode) na vlákno a snadné spojování optických vláken.

Single mode (jednovidové) optické vlákno

Je typ optického vlákna, který je využíván pro přenos dat na delší vzdálenosti, typicky mezi městy, státy, ale i kontinenty. Jednovidové vlákna mají nejčastěji průměr 8-10 μm , díky kterému má vlákno velký úhel odrazu, což vede k menšímu prodlužování dráhy paprsku. Energie je v tomto vlákne šířena totálním odrazem na rozhraní jádra a pláště. Optické vlákno je

označováno jako single mode z toho důvodu, že umožňuje přenos pouze jednoho vidu. Hlavní výhodou SM (Single mode) vlákna je velmi malý útlum signálu a vzdálenost, do které je vlákno schopno signál přenášet, až stovky kilometrů. Nevýhodou je především pořizovací cena, složitější konektrování a nutnost použití dražších zdrojů světla (Laserové Diody) (Obr.: 1.15).



Obrázek 1.15: Druhy optických vláken a šíření paprsků v nich [23]

SI (Step Index) optické vlákno se skokovou změnou indexu lomu

Vlákna se skokovým indexem lomu jsou vlákna, do kterých vstupují světelné paprsky pod různými úhly, šíří se totálním odrazem a tím vytváří vícevidové šíření signálu. Tyto vlákna se používají na kratší vzdálenosti, protože přenos ovlivňuje vidová disperze, která omezuje šířku přenášeného pásma. Mohou být jednovidové nebo vícevidové.

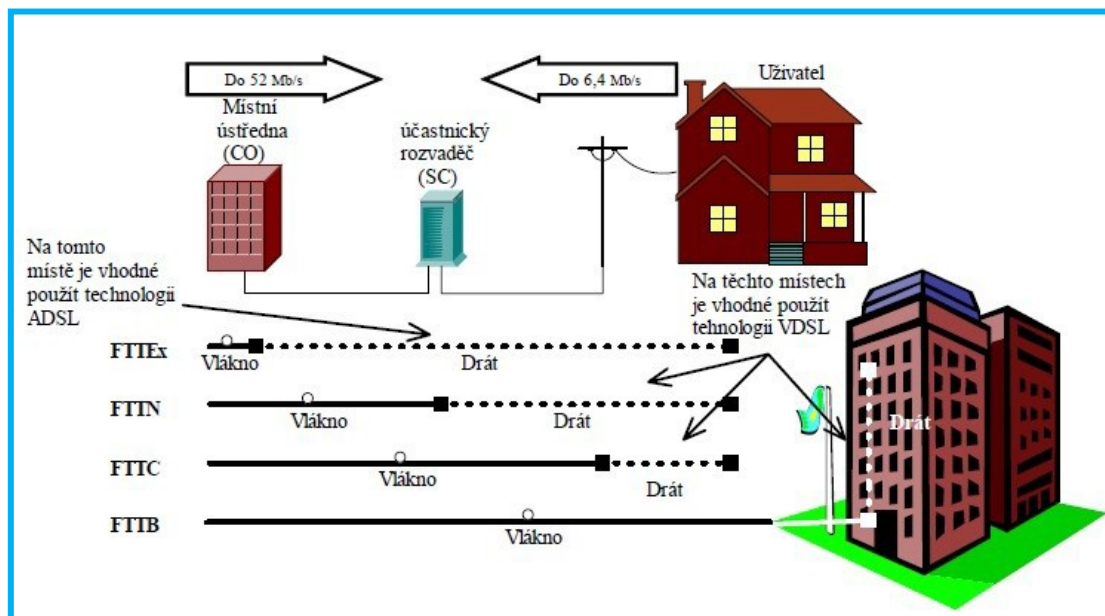
GI (Gradient Index) optické vlákno

Oproti SI vláknu stojí optické vlákno gradientní, u kterého se index lomu zmenšuje se vzdáleností od středu vlákna, a proto se světlo nešíří ve vlákne za pomoci totálního odrazu, ale díky ohybu světla. Tento typ optického vlákna částečně eliminuje módovou disperzi, a proto je často využíván v datových sítích s vyšší přenosovou rychlostí.

FTTx

Technologie dnešní doby FTTx označuje širokopásmovou přípojku domácností za pomoci optického vlákna. Kapacita jednoho vlákna je v současné době tak velká, že je možné a běžné připojení více domácností a účastníků na jedno optické vlákno.

- **FTTE (Fiber To The Exchange)** - optické vlákno přivedené a zakončené v ústředně. Další distribuce k účastníkům pak probíhá za pomoci technologie ADSL. Tento typ připojení bývá nejčastěji využíván na vesnicích, kde je optikou přivedena konektivita do ústředny a dále se pak distribuuje buď pomocí DSL technologie, anebo bezdrátově přes Wi-Fi připojení.
- **FTTN (Fiber To The Node)** - od poskytovatele služeb je optika přivedena k určitému síťovému uzlu, např. do venkovního rozvaděče na sídlišti, odkud se signál rozvádí k účastníkům za pomoci metalického vedení. Tento typ přípojky umožňuje připojení 200 až 300 účastníků a tím vykonává funkci kabelového rozvětvovače. V tomto případě je koncová vzdálenost od rozvaděče k účastníkovi relativně malá, a proto je většinou realizovaná již metalickým vedením a technologií VDSL.
- **FTTC (Fibre To The Curb)** - přivedení optického vlákna „k chodníku“ do venkovního optického rozvaděče, do kterého je připojeno 10 až 20 účastníků.
- **FTTB (Fibre To The Building)** - optické vlákno je přivedeno do budovy, většinou se jedná o optický rozvaděč umístěný v suterénu budovy odkud je pro přenos dat dále využit buď koaxiální kabel a nebo UTP kabel a jeho modifikace. Toto řešení bývá využíváno u panelových domů a velkých společností. Pro vnitřní rozvod je možno použít VDSL technologii po metalických párech.
- **FTTH (Fibre To The Home)** - optické vlákno je přivedeno přímo k účastníkovi až do bytu. Jedná se o nejlepší, nejefektivnější a také nedražší řešení internetového připojení.



Obrázek 1.16: Schéma využití technologie FTTx v kombinaci s VDSL [12]

2 Popis parametrů datových služeb

Pod pojmem datových služeb se skrývá mnoho služeb a také technologií, kterých může zákazník využít při přenosech dat, ať už ke koncovému uživateli, anebo do sítě. Jednou z možností je poskytování internetového připojení pomocí pevné přípojky digitální účastnické linky DSL (Digital Subscriber Line), optického kabelu, kabelové televize CATV (Cable Television) anebo bezdrátově za pomoci Wi-Fi nebo mobilního připojení LTE. Další podoba datových služeb se skrývá v hlasových službách mobilních či pevných. Jako datovou službu můžeme též brát příjem televizního a rádiového vysílání, které nám opět přenáší a zprostředkovává informace.

Termín datových služeb si můžeme rozdělit na dva pojmy, a to: data, které tvoří informace zakódována do tvaru pro přenos po daném přenosovém médiu a služba, což je schopnost uspokojit požadavky zákazníků. Zde tedy vzniká vztah dvou subjektů, jedním z nich je poskytovatel služby a druhým je zákazník (odběratel poskytnuté služby).

Datové služby můžeme také rozdělit z hlediska přenosu na simplexní a duplexní. Simplexní (jednosměrné) zastupují služby televizního a rádiového vysílání, kdy jsme schopni signál pouze přijímat, ale nemůžeme nijak do sítě vysílat. Opakem jsou služby duplexní (obousměrné), kdy jsme schopni datovou komunikaci přijímat, ale můžeme se na ni i podílet vysíláním své vlastní. Mezi zástupce duplexních služeb můžeme uvést všechny dnešní možnosti připojení k internetu a všechny hlasové služby. [24]

Datová služba nám zprostředkovává přenos dat na určitou vzdálenost při dané maximální přenosové rychlosti. Vzdálenosti, do kterých jsou datové služby schopny přenášet data se pohybují od jednotek centimetrů až po tisíce kilometrů.

Dnes jsou všechny výše uvedené datové služby popisovány souhrnným názvem datová komunikace, která je realizována na základě IP (Internet Protocol) protokolu provozovaném v počítačových sítích.

2.1 Přenosová rychlost

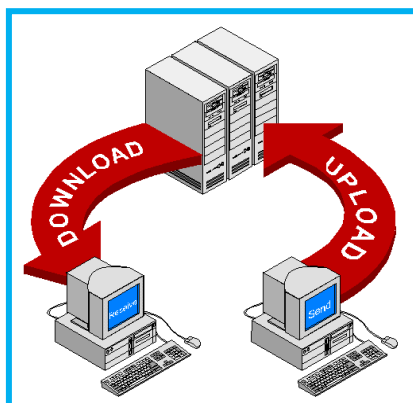
Počet znaků, symbolů nebo značek přenesených za dobu jedné sekundy. Rychlost připojení (přenosu dat) se udává jako poměr přenosové rychlosti upload, ku přenosové rychlosti download, uvedené v bit/s (bitech za sekundu) (Obr.: 2.1).

2.1.1 Upload

Hodnota, která udává přenosovou rychlost odesílání dat, např. souboru, ve směru od zákazníka do počítačové sítě (nejčastěji internetu). Obecně se pojem upload používá např. při nahrávání fotografií na facebook nebo twitter. Příspěvky do online diskuzí mohou být také označovány pojmem upload.

2.1.2 Download

V počítačových sítích bývá pojmem download označován jako příjem dat ze vzdáleného systému do místního systému, nebo zahájení přenosu dat. Mezi další příklady downloadu patří webový server, FTP (File Transfer Protocol) server nebo e-mailový klient.

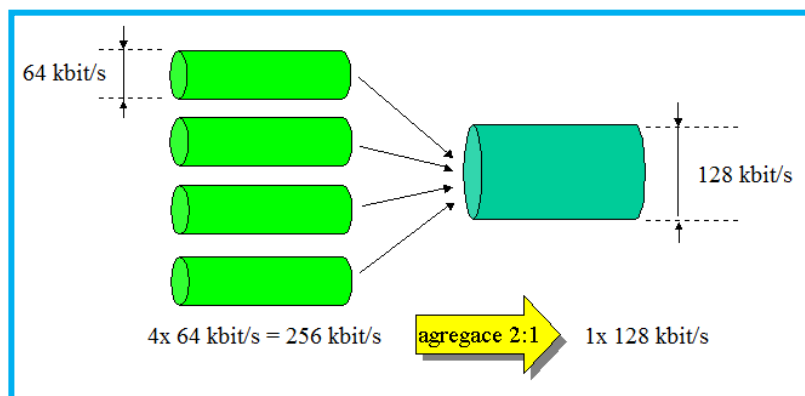


Obrázek 2.1: Zobrazení směrů toku dat [25]

2.2 Agregace

Agregace v telekomunikacích vyznačuje počet uživatelů, kteří využívají kapacitu stejného přenosového pásma poskytovatele internetového připojení. Hodnota agregace je udávána jako poměr - stupeň agregace, např. 2:1, který vyjadřuje počet maximálních přenosových kapacit klientů k maximální přenosové kapacitě přístupových bodů vedení pro tyto koncové zákazníky. Jak je uvedeno na příkladu obrázek (Obr.: 2.2), tak maximální přenosová kapacita připojených klientů je 256 kbit/s a maximální kapacita přístupového bodu sítě je 128 kbit/s. Z toho nám vyplývá, že požadavky na síť jsou dvakrát větší než je samotná kapacita sítě. Odtud tedy agregační stupeň - poměr 2:1. [26]

V praxi se agregace projeví, pokud se připojí dostatečný počet uživatelů v jeden okamžik a všichni začnou stahovat objemnější soubory. Pak dochází k ovlivnění rychlosti internetového připojení. Jelikož ale zatížení sítě nejsou většinou rovnoměrné v čase a jejich velikost různě roste a kolísá, tak výsledná zátěž je menší než aritmetický průměr maximálních přenosových zátěží. Pravděpodobnost, že dojde k významnému snížení rychlosti je tak malá. [27]



Obrázek 2.2: Příklad použité agregace [28]

2.3 Cena

Měsíční poplatek za poskytované služby - připojení k internetu. Z pravidla bývá v ceně promítnuto poskytnuté zařízení dodané poskytovatelem, je-li zákazník vázán závazkem na 12, 24 měsíců a jakou přenosovou rychlost využívá. Zpoplatněna je dále služba pevné IP (Internet Protocol) adresy, která je jakýsi nadstandard výhodný zejména pro správu serverů a vzdáleným přístupům.

2.4 FUP (Fair User Policy)

Zkratka užívaná v souvislosti s připojením k internetu přes datové pásmo, které sdílí více uživatelů. Označuje množství dat, které může uživatel přenést, nejčastěji za dobu tarifikace jednoho měsíce. Po překročení daného objemu dochází ze strany poskytovatele k rapidnímu snížení přenosové rychlosti, které však potrvá pouze do doby, kdy dochází k novému zúčtovacímu období, zpravidla je to nový měsíc. Cílem FUPU je zamezení nadměrného využívání sítě k velkokapacitním přenosům a tím souvisejícího omezování ostatních uživatelů připojených ke stejné síti. Dnes se s tímto datovým omezením můžeme nejčastěji setkat u mobilního připojení k internetu, kde je FUP přímo vztažen k ceně za poskytnutou službu.

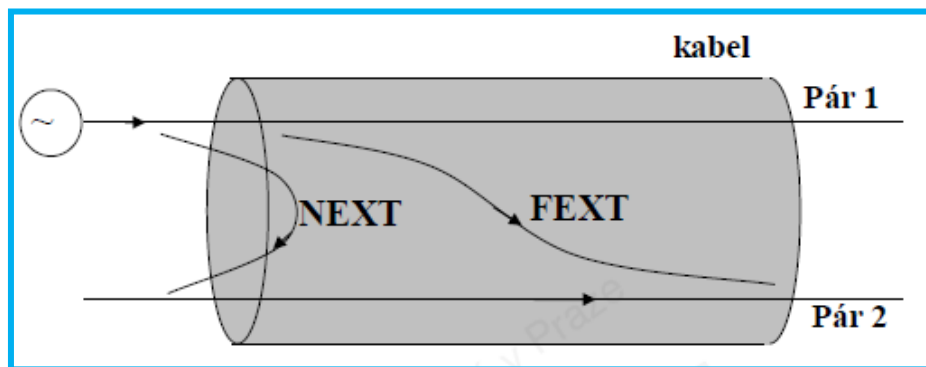
Příkladem budiž omezení FUPu s velikostí 1 Gbit. Kdy uživatel po dovršení objemu přenesených dat 3 Gbit je uživateli ze strany poskytovatele automaticky snížena přenosová rychlost poskytované služby. Do objemu FUPu jsou započítávána jak data stažená, tak data odeslaná (download, upload). [29]

2.5 Dostupnost

Jako poslední parametr datových služeb můžeme chápat jejich dostupnost. Ta se dělí na veřejnou a neveřejnou.

Veřejnou datovou, telekomunikační dostupnou, službou je myšleno poskytování služeb z jejich využívání není žádný zájemce předem nijak vyloučen. Zatímco neveřejnou datovou službou jsou myšleny služby určené pro určitou skupinu využívající právě a výhradně tyto služby. [30]

Z hlediska dostupnosti si můžeme rozdělit i jednotlivé technologie. V případě technologie DSL bude hlavním omezením dostupnosti vzdálenost účastníka od přípojného místa (ústředny). Se zvětšující se vzdáleností klesá přenosová rychlost poskytovaná na těchto přípojných vedeních, až dochází k úplné ztrátě spojení vlivem délky přípojných vedení. Dalším parametrem omezujícím dostupnost služeb DSL je bezpochyby nutnost fyzického připojení účastníka do sítě poskytovatele těchto služeb. Posledním výrazným parametrem ovlivňujícím dostupnost a přenosovou rychlost poskytované služby jsou přeslechy na vedení. Prvním z nich je přeslech na blízkém konci NEXT (Near End Cross Talk). Vzniká při přenosu signálu z vysílače na ostatní páry ve stejném vícepárovém kabelu přes kapacitní a induktivní vazby na vstup přijímače na stejném konci. Druhým z nich je přeslech na vzdáleném konci FEXT (Far End Cross Talk), který se projevuje pronikáním signálů z vysílače, na jiných párech v jednom kabelu, do přijímače na opačném konci vedení (viz. Obr.: 2.3). [31]



Obrázek 2.3: Zobrazení typů přeslechů na vedení [32]

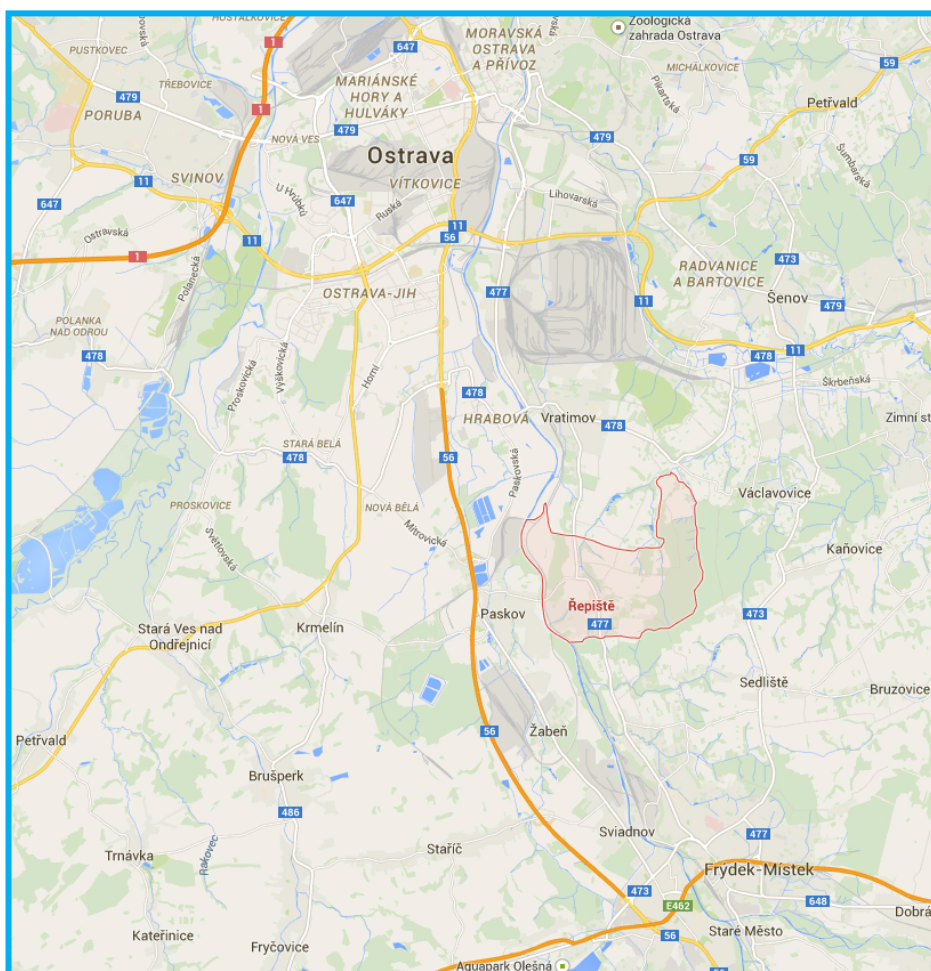
U technologie využívající pro své přenosy optické kabely bude hlavním parametrem ovlivňujícím dostupnost těchto služeb útlum vedení, ve kterém bude projevena vzdálenost účastníka od přípojného místa, ale i každý svár, konektor a jiné součásti kabelové trasy. Stejně tomu bude i v případě technologie kabelové televize CATV, kde se opět bude projevovat délka, útlum použitých spojek a konektorů koaxiálních kabelů, který bude tvořit onen parametr určující dostupnost služby. Co se týče bezdrátových technologií (bezdrátová LAN, mobilní služby), zde bude dostupnost ovlivňovaná hned dvěma parametry. První z nich bude vytíženost přenosového média uživateli. Druhým parametrem budou vnější vlivy působící na přenosové médium. Zde se bude jednat převážně o klimatické změny v přenosovém prostředí a zarušení okolními signály.

3 Poskytovatelé datových služeb a jejich nabídky v dané lokalitě

V dané lokalitě, Řepišťích, jsem se rozhodl popsat celkem tři největší poskytovatele DSL připojení, a to: O2, T-Mobile a Vodafone. Současně lze však zde využít služeb mnoha dalších poskytovatelů DSL připojení, kteří si přípojná vedení od majitele pronajmou. Jsou zde i tři poskytovatelé bezdrátového připojení Wi-Fi, a to: InternetHome, Fifejdy.cz a W-forte z.s. V této kapitole si popíšeme jak lokalitu, pro kterou budeme posléze navrhnout samotnou optimalizaci, tak výše uvedené poskytovatele včetně jejich konkrétních nabídek, jak celkových, tak i konkrétních pro danou lokalitu.

3.1 Lokace obce Řepiště

Obec Řepiště se nachází na pomezí Ostravy a Frýdku - Místku (viz. Obr.: 3.1). Vzdálenost do okolních měst je 13 km do Ostravy a 7 km do Frýdku - Místku, přičemž dálnice spojující tyto dvě města je vzdálená 3,5 km.



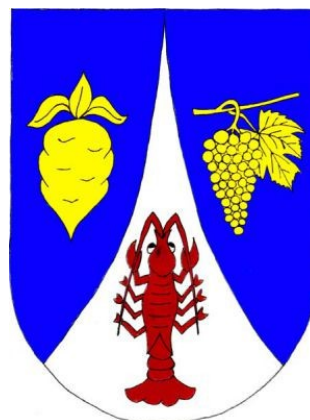
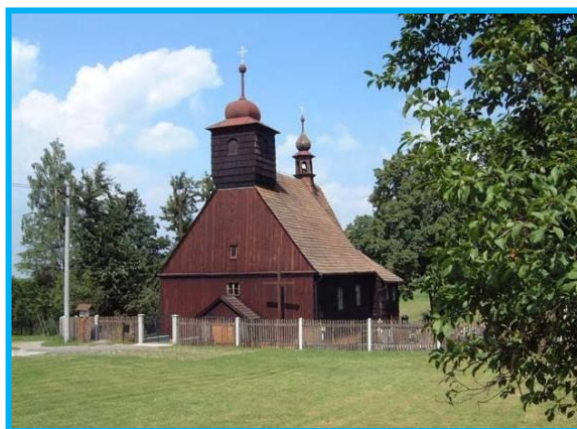
Obrázek 3.1 Mapa umístění obce Řepiště v Moravskosleském kraji [33]

3.1.1 Historie obce

Obec Řepiště byla založena koncem 13. století pod názvem Barutov v době kolonizace Těšínska Lužickými Srby. Původně byly na území dnešních Řepišť založeny dvě samostatné obce. Obec Rakovec (založena roku 1596) a obec Vinohradská (založena roku 1787), které jsou součástí dnešních Řepišť.

Ve 20. století přibyla k tradiční zemědělské výrobě také výroba kvalitních cihlářských výrobků z vytěžených cihlářských jílu v místní cihelně. Nejceněnější památkou v obci je dřevěný kostel z poloviny 16. století zasvěcený Sv. archandělu Michaelu (Obr.: 3.2), který je i památkově chráněný.

Znak obce, který navrhl PhDr. Karel Müller, tvoří tři části na modro bílém podkladu. Ve špičce je vyobrazen červený rak znázorňující část obce Rakovec. Vlevo je umístěna zlatá řepa (název obce Řepiště) a napravo zlatý vinný hrozen s listem znázorňující část obce Vinohradská. [34]

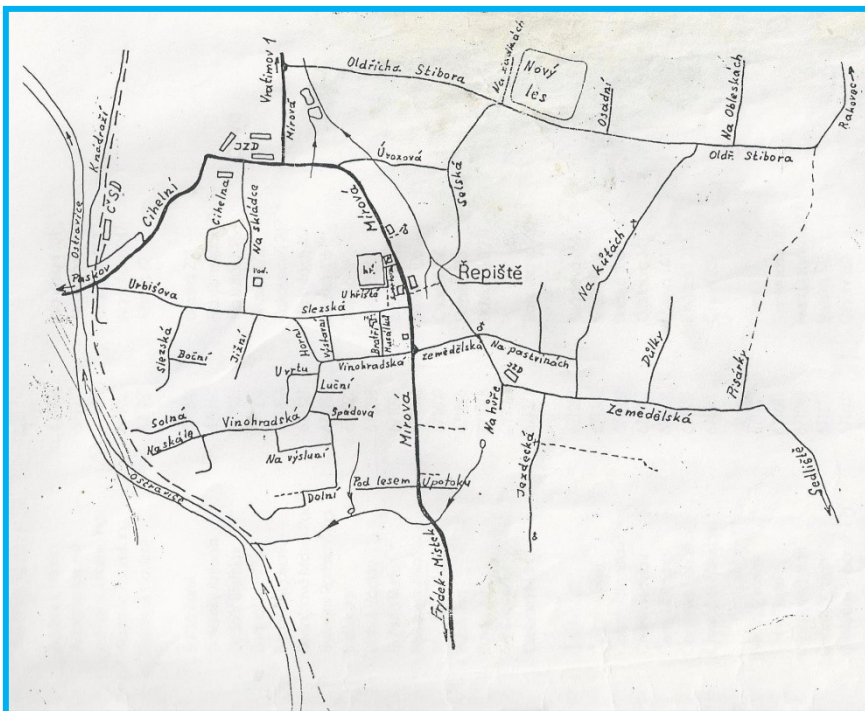


Obrázek 3.2: Dva hlavní znaky obce: Kostel Sv. archanděla Michaela [35] a znak obce [36]

3.1.2 Popis obce

Obec Řepiště se rozprostírá na rozloze 802 ha, z čehož polovinu rozlohy tvoří zemědělská půda. V obci žije cca 1650 obyvatel převážně v rodinných domech s číslem popisným, kterých je zde téměř 480. Posledních deset let probíhá v obci rozsáhlá výstavba nových rodinných domů, což má za následek příliv nových obyvatel, většinou v produktivním věku a s dětmi.

Obec je plně plynofikována, je zde obecní úřad, místní knihovna, pobočka České pošty, obchod, ordinace praktického lékaře, škola, školka, tělocvična, fotbalové hřiště, tenisové kurty, hasičská zbrojnice a v neposlední řadě dřevěný kostel Sv. archanděla Michaela z poloviny 16. století. Za prací se zde většinou dojíždí buď do Ostravy anebo do Frýdku - Místku. V obci je zajištěna velmi dobrá dopravní obslužnost, jak městské hromadné dopravy Ostrava, tak i ČSAD Frýdku-Místku. Obcí prochází cyklostezka spojující Ostravu s Beskydami a je vhodná pro cyklisty a in-line bruslaře. To všechno tvoří z obce poměrně žádanou lokalitu (Obr.: 3.3, 3.4).



Obrázek 3.3: *Mapka obce Řepiště (archiv autor)*



Obrázek 3.4: *Letecký snímek obce Řepiště [37]*

3.2 Možnosti pevného připojení

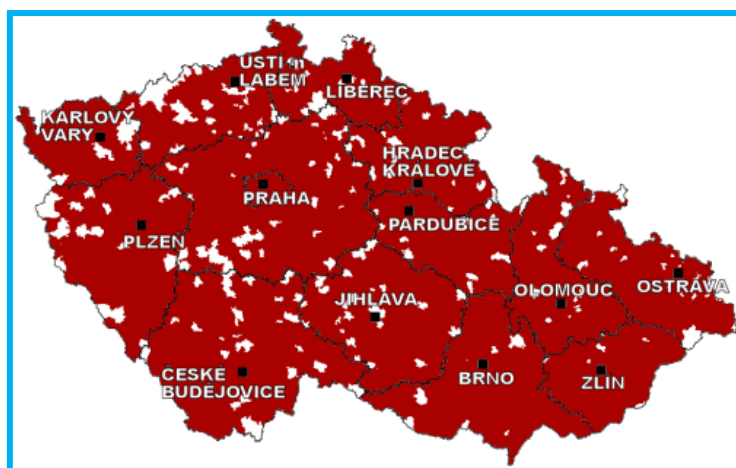
Mezi možnosti pevného připojení zařazujeme technologii DSL, CATV a optické vláknové komunikace. Z hlediska použitého média budeme hovořit o metalických a optických vedeních. V této kapitole si popíšeme právě možnosti připojení k datovým službám za použití technologie DSL po metalických vedeních. Možnost pronajmout si telefonní přípojku vedoucí do domácnosti má za následek, že existuje mnoho společností poskytující služby DSL připojení k internetu. V této práci si popíšeme tři největší poskytovatele těchto služeb v tuzemsku. [38]

3.2.1 Popis společnosti O2 Czech republic a jejich nabídka

Společnost, která nyní spadá do investiční skupiny PPF a je v současnosti komplexním poskytovatelem informačních a telekomunikačních technologií ICT (Information and Communication Technologies) v České republice. V tuzemsku provozuje cirká osm miliónů pevných a mobilních linek.

Společnost vznikla v roce 2006 odkoupením Českého Telecomu, který byl provozovatelem pevných telefonních sítí, a sloučením se společností Eurotel, provozovatelem mobilních telefonních sítí. Od tohoto roku tedy hovoříme o společnosti O2. V roce 2011 došlo k přejmenování O2 na Telefónica Czech Republic, což bylo v roce 2014 změněno na O2 Czech republic. [39]

Vlastnictví většiny kabelových přípojek dělá z firmy O2 největšího tuzemského poskytovatele internetového připojení po stávajících kabelových rozvodech. Dnes je možno si od O2 kabelovou přípojku pronajmout a využívat internetového připojení od jiného poskytovatele (Obr.: 3.5).



Obrázek 3.5: Mapa pokrytí České republiky DSL internetem (95,7%)[40]

Tabulka 3.1: *Srovnání nabízených tarifů společnosti O2 Czech republic*

Název služby	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH		Technologie	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload	se závazkem	bez závazku			
O2 Internet Start	2	0,25	349 Kč	404 Kč	ADSL2+	12 měsíců	1:50
O2 Internet Optimal	20	2	499 Kč	757 Kč	ADSL2+/VDSL2	12 měsíců	1:50
O2 Internet Aktiv	40	2	549 Kč	858 Kč	ADSL2+/VDSL2	12 měsíců	1:50

O2 Internet Start

Tarif s rychlostí připojení 2 Mbit/s pro download a 0,25 Mbit/s pro upload je vhodný spíše pro méně náročné uživatele v domácnostech a popřípadě v malých firmách, kde bude využíván pro stahování elektronické pošty a surfování po internetu, přičemž objem přenesených dat není nijak omezen. Cena za poskytnutou službu je 349 Kč vč. DPH (daň z přidané hodnoty) měsíčně se závazkem na jeden rok.

O2 Internet Optimal

Tarif s rychlostí připojení 20 Mbit/s pro download a 2 Mbit/s pro upload je nejrozšířenější v České republice a hojně využívaný pro stahování videí, hudby, e-mailů a hraní her. Internet Optimal funguje na dvou technologiích, a to: ADSL (s rychlostí downloadu až 8 Mbit/s) nebo VDSL (s rychlostí downloadu až 20 Mbit/s). Poskytnutá konektivita je dostačující jak pro menší kanceláře, tak pro vícečlenné domácnosti, přičemž není nijak omezena množstvím přenesených dat. Cena za poskytnutou službu je 499 Kč vč. DPH měsíčně se závazkem na jeden rok.

O2 Internet Aktiv

Tarif, který je s přenosovou rychlostí downloadu 40 Mbit/s nejrychlejším DSL připojením v České republice a umožňuje bez obtíží stahování filmů ve vysokém rozlišení HD (High Definition), online sledování televize, nebo jen surfování po internetu a to vše bez omezení objemu přenesených dat. Internet Aktiv využívá pro svůj přenos dvou technologií, a to: ADSL (s rychlostí downloadu až 16 Mbit/s) nebo VDSL (s rychlostí downloadu až 40 Mbit/s).

U všech výše zmíněných tarifů je potřeba počítat s náklady na pořízení modemu anebo jej splácet formou měsíční platby přičtené k ceně tarifu. Největším parametrem omezujícím rychlost připojení DSL je vzdálenost zásuvky v domácnosti od O2 Dslamu.

3.2.2 Popis společnosti T-Mobile Czech republic a jejich nabídka

Společnost spadající do skupiny Deutsche Telekom, která působí i v zemích jako Spojené státy Americké, Nizozemsko, Rakousko, Polsko a Makedonie, kde rovněž jako v Česku, poskytuje mobilní služby. Od roku 2009 je T-Mobile druhým největším poskytovatelem pevného ADSL připojení v České republice.

Společnost jako taková vznikla v České republice v roce 2002, kdy došlo k odkoupení většiny podílu společnosti od společnosti RadioMobil, která budovala mobilní síť v tuzemsku od roku 1996 pod názvem Pegas. [41]

Tabulka 3.2: Srovnání nabízených tarifů společnosti O2 Czech republic

Název služby	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH		Technologie	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload	s pevnou linkou	bez pevné linky			
ADSL Standard	8	0,5	483 Kč	705 Kč	ADSL2+	24 měsíců	1:50
ADSL Premium	16	0,7	725 Kč	799 Kč	ADSL2+	24 měsíců	1:50
VDSL Standard	20	2	483 Kč	705 Kč	VDSL2	24 měsíců	1:50
VDSL Premium	40	2	725 Kč	799 Kč	VDSL2	24 měsíců	1:50

Internet Standard

Tarif umožňující datové přenosy k uživateli o rychlostech od 8 do 20 Mbit/s v závislosti na použité technologii. Při výše uvedených přenosových rychlostech se tarif jeví jako dostačující pro připojení domácností, s možností sledování online videí, stahování filmů a běžného surfování na internetu, nebo menších firem. Tarif nijak neomezuje objem přenesených dat.

Internet Premium

S rychlostí ADSL 16 Mbit/s a VDSL 40 Mbit/s uspokojí požadavky náročného surfaře a je také vhodná pro aplikaci v kancelářích a firmách. Objem přenesených dat není nijak omezen.

3.2.3 Popis společnosti Vodafone Czech republic a jejich nabídka

Společnost, která zahájila svou působnost v České republice v roce 1999 pod názvem Český Mobil, kdy zvítězila v tendru o třetí licenci udělenou pro provoz telekomunikačních služeb v pásmu GSM. Komerční provoz byl oficiálně zahájen v roce 2000 a to už pod názvem Oskar Mobil. V roce 2005 došlo ke spojení firmy Oskar Mobil se světovou společností Vodafone a o rok později se firma již jmenovala Vodafone Czech republic. Zlomový byl rok 2007, kdy společnost spustila provoz konvergované služby Vodafone OneNet, která nabízí mobilní, pevné, datové služby včetně připojení k internetu. [42]

Tabulka 3.3: Srovnání nabízených tarifů společnosti Vodafone Czech republic

Název služby	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH		Technologie	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload	s pevnou linkou	bez pevné linky			
Vodafone ADSL 2 Mbit/s	2	0,25	223 Kč	376 Kč	ADSL2+	bez závazku	1:50
Vodafone ADSL 8 Mbit/s	8	0,5	504 Kč	665 Kč	ADSL2+	bez závazku	1:50
Vodafone ADSL 16 Mbit/s	16	0,77	756 Kč	665 Kč	ADSL2+	bez závazku	1:50
Vodafone VDSL 20 Mbit/s	20	2	756 Kč	665 Kč	VDSL	bez závazku	1:50
Vodafone VDSL 40 Mbit/s	40	2	756 Kč	887 Kč	VDSL	bez závazku	1:50

3.3 Možnosti bezdrátového připojení

Mezi možnosti bezdrátového připojení řadíme převážně zástupce mobilních datových služeb, bezdrátové LAN připojení a bezdrátové optické spoje. V souvislosti s poskytovateli datových služeb v obci Řepiště budou v této kapitole popsány jednotlivé společnosti a jejich konkrétní nabídky.

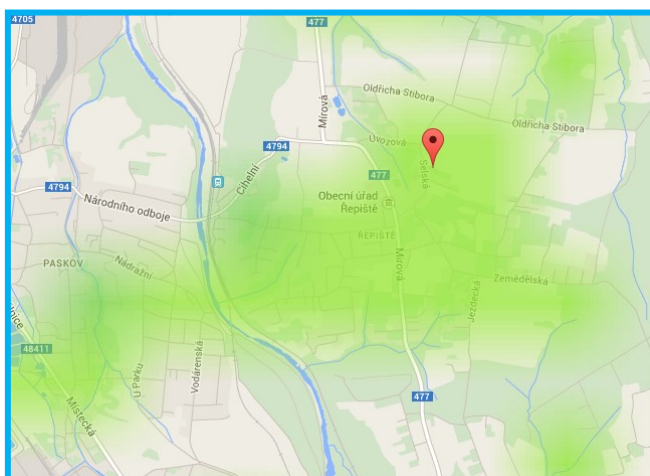
3.3.1 Popis společnosti InternetHome a jejich nabídka

Jedna z největších společností poskytujících bezdrátové připojení k internetu v České republice (Obr.: 3.6). V současné době poskytuje připojení k internetu více než 50 000 zákazníků v tuzemsku. Společnost vznikla oddělením od Telefónica O2 Business Solutions a skoupením lokálních poskytovatelů Wi-Fi připojení jako např. firmy Orbisnet, která poskytovala Wi-Fi připojení v obci Řepiště (Obr.: 3.7).

Nyní poskytuje InternetHome jak bezdrátové, tak pevné připojení ať už po metalických nebo optických vedeních. Dalším produktem jsou televizní služby a služby hlasové VoIP. [43]



Obrázek 3.6: *Mapa pokrytí České republiky společností InternetHome [43]*



Obrázek 3.7: *Mapa pokrytí Wi-Fi signálem pro obec Řepiště*

Tabulka 3.4: Srovnání nabízených tarifů společnosti InternetHome

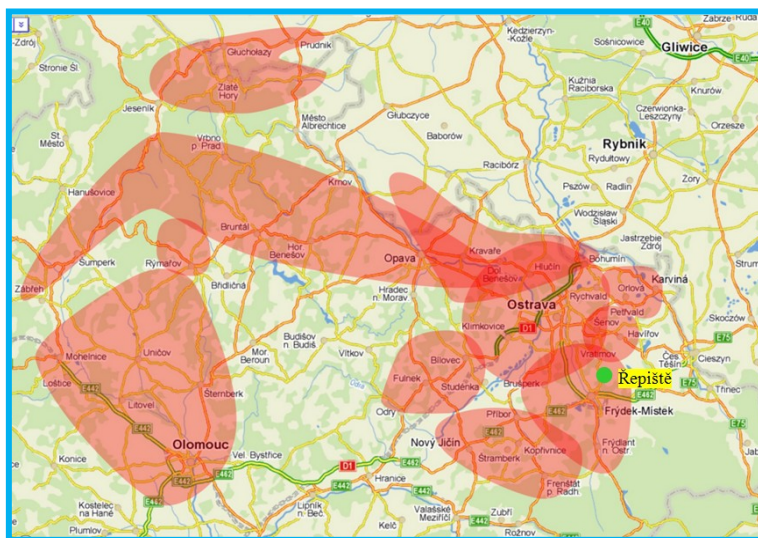
Tarif	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload			
Spolehlivý internet MINI	2	0,5	189 Kč	12 měsíců	1:5
Spolehlivý internet	4 - 30	2	349 Kč	12 měsíců	1:5
Spolehlivý internet MAX	40-100	2	449 Kč	12 měsíců	1:5

3.3.2 Popis společnosti Fifejdy.cz a jejich nabídka

Společnost byla založena v roce 2006 v Ostravě jako následovník firmy paní Emilie Maliňákové, kde převzala její klientelu a dále ji rozšiřuje. Vzhledem k dlouholetému poskytování internetových služeb je společnost schopna nabídnout široké spektrum služeb z oblasti telekomunikací na dobré úrovni.

V současnosti společnost nabízí mimo klasického připojení k internetu též server hosting, web hosting, hlasové služby VoIP, správu sítí, instalaci kabelových rozvodů a připravuje spuštění IP TV.

Služby poskytuje společnost převážně v Moravskoslezském kraji a částečně v Polsku (viz obr.: 3.8). Největší část zákazníků tvoří domácnosti, a proto je kladen největší důraz na cenu za nabízené služby a zvýšení kvality poskytovaných služeb (Obr.: 3.8). [44]



Obrázek 3.8: Mapa pokrytí Wi-Fi signálem Fifejdy.cz [45]

Tabulka 3.5: Nabídka tarifů společnosti Fifejdy.cz

Tarif	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload			
Internet 10 Mbit/s	10	2	300 Kč	12 měsíců	1:15

Nabídka připojení pro obec Řepiště je v základním paušálu s maximální přenosovou rychlostí 10 Mbit/s při agregaci 1:15 a měsíční platbou 300 Kč. Dále je třeba počítat s připojovacím a aktivačním poplatkem ve výši 1500 Kč, u smlouvy se závazkem na 12 měsíců, anebo 2500 Kč u smlouvy na dobu neurčito s výpovědní lhůtou 1 měsíc. Pokud zákazník již dříve využíval služeb připojení k internetu za pomoci Wi-Fi technologie od jiného poskytovatele a instalovaná kabeláž bude použitelná, je možno získat slevu 500 Kč z připojovacího poplatku za připravenou kabeláž. Poslední položku pořizovacích nákladů tvoří Wi-Fi router, který je dodáván při instalaci za cenu 500 Kč.

3.3.3 Popis spolku W-forte z.s a jejich nabídka

Spolek vznikl v roce 2004 jako občanské sdružení poskytující svým členům za členské příspěvky připojení k internetu. Pro zabezpečení provozu sítě a přístupových bodů využívá spolek pásma 10, 17 a 24 GHz. Připojení členů je pak realizováno v pásmu 5 GHz (IEEE 802.11a, n) s rychlostí připojení až 20 Mbit/s dle použitého hardwaru a v pásmu 2,4 GHz (IEEE 802.11b, g, n) pro domácnosti, kanceláře anebo místa kde není možnost připojení v pásmu 5 GHz. Rychlosti připojení jsou závislé na vzdálenosti účastníka od přístupového bodu AP (Access Point), na použitém účastnickém zařízení a vytížení sítě. V síti W-forte je veškerá komunikace nezpłatněna (zdarma), avšak je nutno hradit měsíční členský příspěvek ve výši 300 Kč. [46]

Tabulka 3.6: *Nabídka tarifů sdružení W-forte*

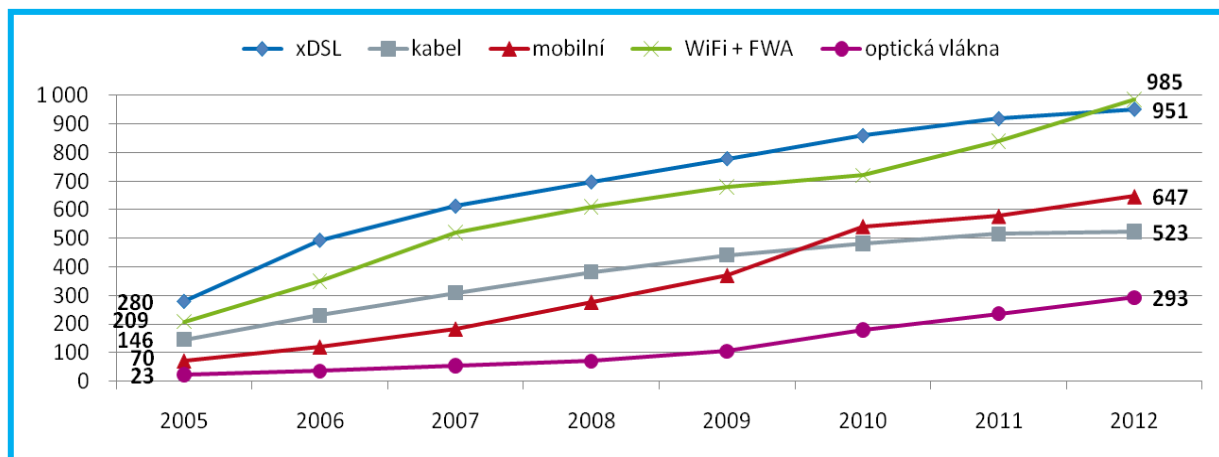
Tarif	Rychlost [Mbit/s]		Cena za měsíc vč. DPH	Délka smlouvy	Agregace
	Download	Upload			
Internet 12 Mbit/s	12	2	300 Kč	-	-

4 Optimalizace konektivity datových služeb

V předchozí kapitole jsme si popsali jednotlivé vybrané největší tři poskytovatele internetového DSL připojení, lokální poskytovatele Wi-Fi připojení, včetně všech jejich nabídek tarifů. Ze všech jsme vybrali pouze ty, kterých můžeme využít v obci Řepiště a ty si teď vzájemně porovnáme.

Nejprve si ukážeme celorepublikové srovnání vysokorychlostních přípojek, dle typu připojení. Jak je z grafu vidět (Obr.: 4.1), tak u všech uvedených typů připojení je vidět určitý nárůst. Technologii DSL v poslední době začíná víc a víc uživatelů nahrazovat bezdrátovým připojením Wi-Fi, což je znatelné i podle nárůstu těchto poskytovatelů, ale DSL stále zůstává v těsném závěsu. Další změnou je nárůst zákazníků využívajících mobilního připojení k internetu. Co se týče připojení pomocí kabelové televize, je zde vidět oproti předchozím létům také mírný nárůst avšak nijak zásadní. U optických vláken je tomu však naopak. Od roku 2009 dochází k většímu nasazování optických vláken při připojování domácností k internetu zejména ve městech. Do budoucna bude zřejmě největší nárůst zažívat právě technologie optických vláken a mobilní technologie připojení k internetu.

Ve své práci jsem se rozhodl zaměřit právě na dva nejpoužívanější typy přípojek v ČR, a to: Wi-Fi a DSL přípojky, které plně korespondují s popisovanou obcí Řepiště. Zde nalezneme také tyto dvě technologie, které si právě rozebereme.



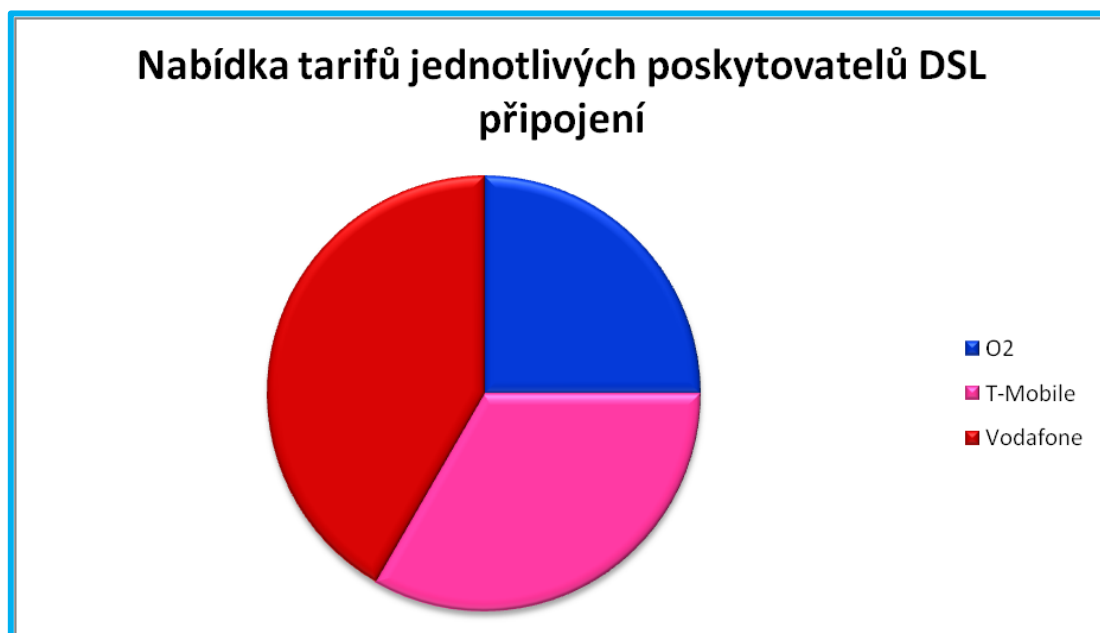
Obrázek 4.1: Graf vysokorychlostních přípojek k internetu v ČR (v tisících)[47]

4.1 Nabídky jednotlivých poskytovatelů



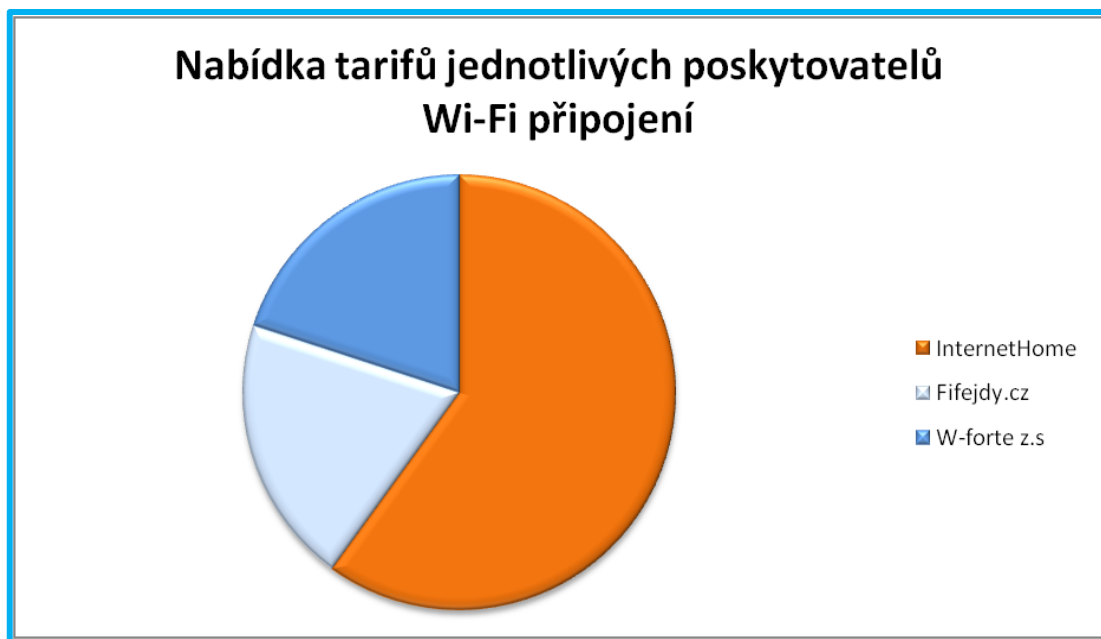
Obrázek 4.2: Graf poměru počtu nabídek jednotlivých poskytovatelů

Z grafu (Obr.: 4.2) lze vyčíst, že v obci Řepiště je možno využít služeb šesti poskytovatelů připojení k internetu. Tři z nich poskytují připojení přes technologii DSL a tři jsou poskytovatelé bezdrátového připojení Wi-Fi.



Obrázek 4.3: Graf nabídek DSL připojení

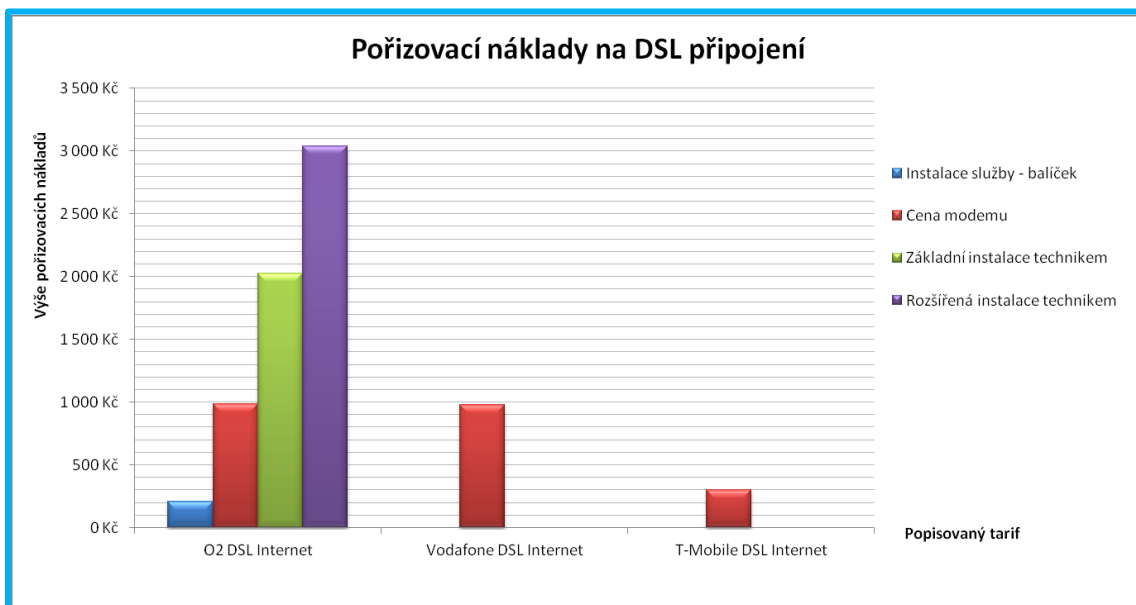
Graf (Obr.: 4.3) zobrazuje poměr nabídek DSL připojení. Společnost O2 nabízí tři své tarify. Společnost Vodafone nabízí nejvíce a to pět svých datových tarifů, ze kterých si může potenciální zákazník vybírat. Je zde možno také využít tarif od společnosti T-Mobile, která nabízí hned čtyři své tarify.



Obrázek 4.4: *Graf nabídek Wi-Fi připojení*

Na grafu (Obr.: 4.4) je možno vidět poměr nabídek poskytovatelů Wi-Fi připojení. Společnost InternetHome zde nabízí tři své tarify, kdežto společnost Fifejdy.cz a sdružení W-forte z.s pouze po jednom tarifu.

4.2 Srovnání pořizovacích nákladů



Obrázek 4.5: Graf pořizovacích nákladů na DSL připojení

Na grafu pořizovacích nákladů na DSL připojení (Obr.: 4.5) jsou vykresleny všechny náklady, se kterými musí potenciální zákazník počítat. Hlavní položkou je zde pořízení DSL modemu, který vychází nejlevněji u společnosti T-Mobile na 299 Kč vč. DPH. U společnosti O2 a Vodafone je pořizovací cena modemu necelých 1000 Kč vč. DPH téměř stejná. Co už je ale podstatná část pořizovacích nákladů, je samotná instalace služby. Co se týče základní instalace, tak O2 si základní instalační balíček cení na 210 Kč vč. DPH, ve kterém je poštovné a balné za zaslané zařízení. Oproti tomu zbylí dva konkurenti mají tuto službu (balíček) zcela zdarma. V případě nutnosti zásahu technika u zákazníka v domácnosti jediná společnost O2 nabízí, i když ne zrovna levné, instalace svým technikem.

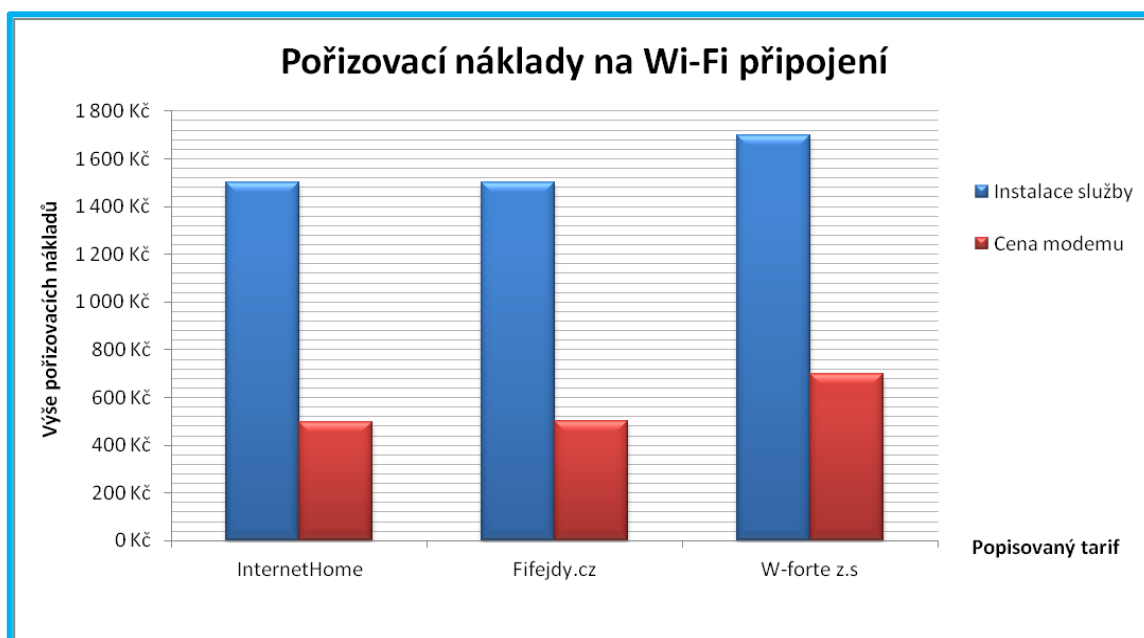
Tabulka 4.1: Nabídka modemů poskytovatelů DSL připojení

O2 modemy			
Typ	ZyXEL VMG1312-B30B	ZyXEL Prestige 660HN-T3A	Comtrend VR-3031eu
Parametry	VDSL2, ADSL2+, 4xEth, Wi-Fi	ADSL2+, 4xEth, Wi-Fi	VDSL, ADSL2+, 4xEth, Wi-Fi
Cena	Se smlouvou na rok za 984 Kč	Se smlouvou na rok za 984 Kč	Se smlouvou na rok za 984 Kč
	Bez závazku za 1799 Kč	Bez závazku za 1799 Kč	Bez závazku za 1799 Kč

T-Mobile modemy		
Typ	Zyxel P-660 HN-T3A	ZyXEL VMG1312-B30B
Parametry	ADSL2+, 4xEth, Wi-Fi	VDSL2/ADSL 2+, 4xEth, Wi-Fi
Cena	Se smlouvou na 2 roky za 299 Kč	Se smlouvou na 2 roky za 699 Kč
	Bez závazku za 1299 Kč	Bez závazku za 1699 Kč

Vodafone modem	
Typ	Comtrend VR-3031EUSB
Parametry	VDSL2, ADSL2+, 4xEth, Wi-Fi
Cena	977 Kč

Na výše uvedené tabulce (Tab.: 4.1) si můžeme všimnout, že v tabulkách všech tří porovnávaných společností se nám objevují pouze tři typy modemů, avšak ceny jsou více či méně odlišné. V případě modemu ZyXEL VMG1312-B30B, který nabízí společnost O2 se závazkem za 984 Kč vč. DPH a bez závazku za 1799 Kč vč. DPH. Jinak tomu bude v případě nákupu u společnosti T-Mobile, kde za tento modem zaplatíme v případě vázanosti smlouvou na dva roky jen 699 Kč vč. DPH. Pokud jej však budeme chtít zakoupit bez závazku, tak budeme muset připlatit 1000 Kč. Podobně tomu bude ve srovnání modemu ZyXEL Prestige 660HN-T3A, který u společnosti T-Mobile se smlouvou na dva roky přijde na 299 Kč vč. DPH a v případě nákupu bez závazku opět o 1000 Kč draž. U společnosti O2 nás tento modem bude stát se smlouvou na rok 984 Kč vč. DPH a v případě nákupu bez závazku 1799 Kč vč. DPH. Poslední porovnávaný modem je Comtrend VR-3031EUSB, který mají v nabídce hned dvě společnosti, a to: O2 a T-Mobile. U první zmiňované společnosti za tento modem zaplatíme se smlouvou na rok 984 Kč vč. DPH. U nákupu bez závazku nás modem vyjde na 1799 Kč vč. DPH, kdežto u společnosti Vodafone nás tento modem vyjde bez závazku na 977 Kč vč. DPH.

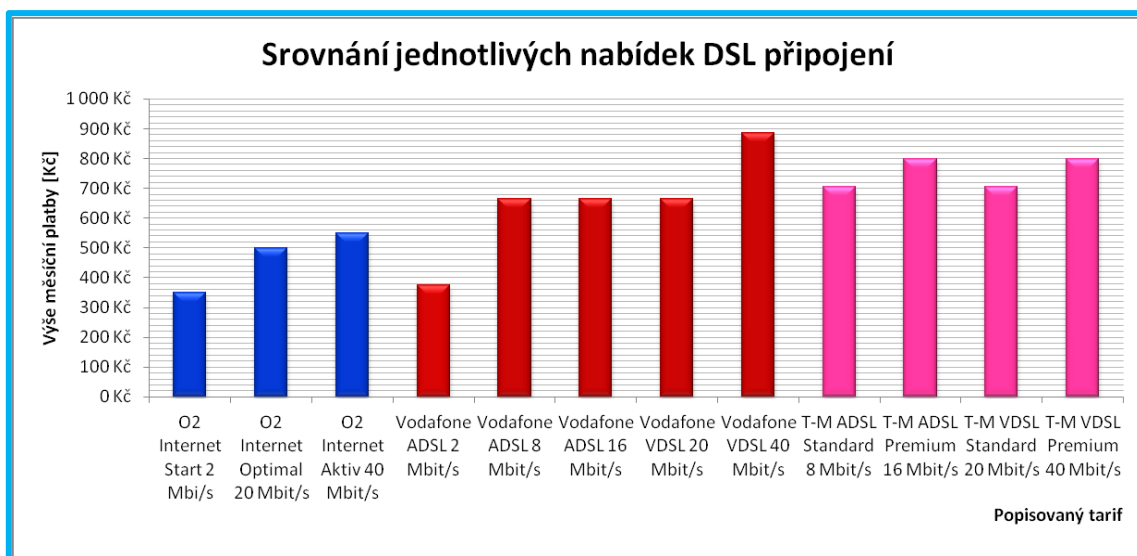


Obrázek 4.6: Graf pořizovacích nákladů na Wi-Fi připojení

Co se týče pořizovacích nákladů u bezdrátového připojení Wi-Fi, tak zde je nutno počítat se dvěma hlavními položkami, které budou nezbytné u pořízení této služby. První z nich bude instalace nezbytná pro poskytování služby připojení k internetu. Instalaci si cení první dvě popisované společnosti na 1500 Kč vč. DPH. U třetí společnosti, sdružení W-forte je tato služba o 200 Kč dražší. V instalačním balíčku je obsažena nezbytná návštěva technika v domácnosti, jeho služby a nezbytný instalační materiál (anténa a kabelové rozvody). V případě společnosti Fifejdy.cz je možná dodatečná sleva 500 Kč z ceny instalace v případě, že zákazník již službu Wi-Fi připojení využíval u jiného poskytovatele a tedy bude možno využít již připravené kabelové rozvody v domě (Obr.: 4.6).

Další položku nezbytnou pro provoz služeb v domácnosti bude nákup Wi-Fi modemu, který vychází u prvních dvou popisovaných poskytovatelů na 500 Kč vč. DPH a u posledního poskytovatele, sdružení W-forte, na cca 700 Kč vč. DPH.

4.3 Cenové srovnání jednotlivých nabídek



Obrázek 4.7: Grafické srovnání všech nabídek poskytovatelů DSL připojení

Na grafu srovnání jednotlivých nabídek třech hlavních tuzemských DSL poskytovatelů (Obr.: 4.7) je možné vidět, že největší tuzemský poskytovatel DSL připojení společnost O2 vlastní většinu kabelových rozvodů potřebných k provozování těchto služeb nabízí tři tarify s přenosovými rychlostmi až 2, 20, 40 Mbit/s v závislosti na použité technologii. Další možnosti DSL připojení jsou realizovány společnostmi Vodafone a T-Mobile, které si od vlastníka kabelových rozvodů pronajímají tyto trasy a koncovému zákazníkovi pak tyto služby poskytují ony samy. V práci popisujeme výše uvedené tři poskytovatele internetového připojení, ale ve skutečnosti si kabelové rozvody může pronajmout kterákoliv jiná společnost a služby DSL pak poskytuje ona sama. Nabídku společnosti Vodafone tvoří tři tarify s použitím technologie ADSL a dva tarify využívající technologii VDSL. U společnosti T-Mobile je nabídka rozdělena na dva ADSL tarify a dva VDSL tarify s příslušnými maximálními přenosovými rychlostmi.

Srovnání tarifů s maximální rychlostí 2 Mbit/s

Nyní si provedeme srovnání tarifů z hlediska výhodnosti. První z nabídky tarifů bude ten s nejnižší přenosovou rychlostí a to 2 Mbit/s pracující na technologii ADSL. U společnosti O2 zaplatí zákazník za tyto služby 349 Kč vč. DPH. V případě společnosti Vodafone činí měsíční platba 376 Kč vč. DPH. Jelikož společnost T-Mobile nenabízí tarif s maximální přenosovou rychlostí 2 Mbit/s byli bychom nuceni vybrat si tarif ADSL Standard za 705 Kč vč. DPH, který však nabízí přenosovou rychlost 8 Mbit/s. V tomto srovnání tedy vítězí tarif O2 Internet Start společnosti O2 za cenu 349 Kč vč. DPH.

Srovnání tarifů s maximální rychlostí 8 Mbit/s

Dalším srovnáním nabízených úrovní tarifů provedeme na úrovni 8 Mbit/s s využitím technologie ADSL, kde si můžeme vybrat nabídku od společnosti O2, u které však musíme využít tarif poskytující přenosovou rychlost až 20 Mbit/s za cenu 499 Kč vč. DPH. Další možností je tarif od společnosti Vodafone nabízející za cenu 665 Kč vč. DPH rychlost 8 Mbit/s anebo tarif od T-Mobilu poskytující rovněž 8 Mbit/s, ale za cenu 705 Kč vč. DPH. V tomto srovnání opět zvítězila, co se ceny týče, společnost O2 se svým tarifem O2 Internet Optimal poskytující rychlost až 20 Mbit/s za cenu 499 Kč vč. DPH.

Srovnání tarifů s maximální rychlostí 16 Mbit/s

Co se týče nabídek s přenosovou rychlostí až 16 Mbit/s, tak zde musíme využít tarif od společnosti O2 s přenosovou rychlostí až 20 Mbit/s za cenu 499 Kč vč. DPH. Oproti tomu společnost Vodafone nabízí tarif s přenosovou rychlostí až 16 Mbit/s, ale za cenu 665 Kč vč. DPH. Poslední ve srovnání společnost T-Mobile nabízí oněch 16 Mbit/s za cenu 799 Kč vč. DPH. Takže i zde zákazník vyjde výhodněji pořídit si vyšší tarif od O2 Internet Optimal s přenosovou rychlostí až 20 Mbit/s za cenu 499 Kč vč. DPH, který jej však paradoxně vyjde levněji než nižší tarify u srovnávaných konkurenčních společností.

Srovnání tarifů s maximální rychlostí 20 Mbit/s

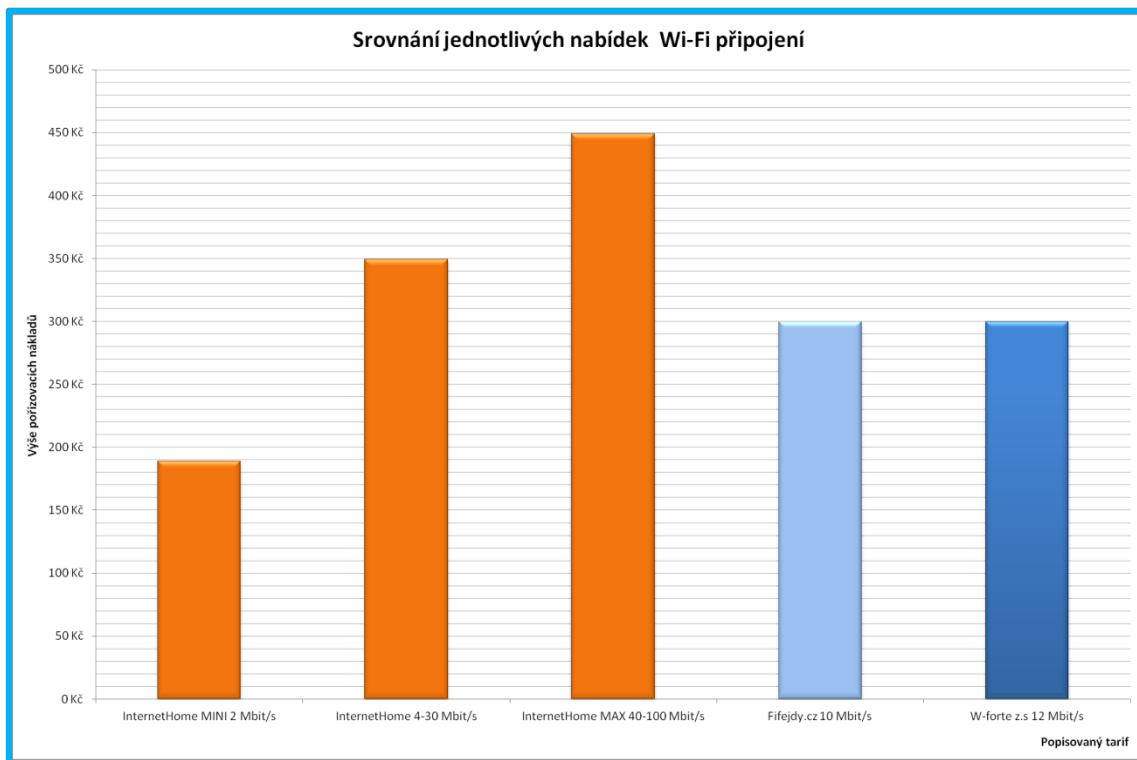
V tomto případě můžeme porovnávat srovnatelné nabídky, neb všechny tři porovnávané společnosti nabízejí tarif s přenosovou rychlostí až 20 Mbit/s. V případě tarifu od společnosti O2 nás tarifní služba vyjde na 499 Kč vč. DPH. Pokud si stejný tarif pořídíme od společnosti Vodafone, tak za stejnou službu zaplatíme za něj 665 Kč vč. DPH. U společnosti T-Mobile nás tento tarif přijde na 705 Kč vč. DPH. Dosud jsme porovnávali tarify provozované na technologii ADSL. V případě tarifu 20 Mbit/s a výše je již služba provozovaná na technologii VDSL.

Srovnání tarifů s maximální rychlostí 40 Mbit/s

Tarify s výše uvedenou přenosovou rychlostí 40 Mbit/s nabízejí všechny tři porovnávané společnosti při využití technologie VDSL. První z nich O2 nabízí tarif za 549 Kč vč. DPH. Stejný tarif přijde u společnosti Vodafone na 887 Kč vč. DPH. U poslední porovnávané společnosti T-Mobile nás služba připojení k internetu s maximální přenosovou rychlostí bude stát 799 Kč vč. DPH měsíčně. Ve srovnání měsíčních plateb za připojení k internetu tedy vítězí tarif O2 Internet Aktiv za cenu 549 Kč vč. DPH.

Všechny výše uvedené srovnání jsou provedeny z cenových nabídek (z období leden-duben 2015) pro samostatnou službu. Pokud by zákazník využíval již nějakých služeb daného poskytovatele (např. hlasového tarifu) nabídka by byla zcela odlišná a výsledky by se mohly výrazně lišit. Toto srovnání si už ale musí udělat každý zákazník zvlášť a cenová nabídka bude vypočtena na míru s přihlédnutím na již odebírané tarify, balíčky a slevy. Další proměnnou vstupující do uvedeného srovnání jsou délky závazků smluv s jednotlivými poskytovateli. V případě společnosti O2 je cena uvedena se závazkem na jeden rok. U společnosti T-Mobile

jsou ceny uvedeny se závazkem na dva roky. V případě společnosti Vodafone jsou ceny tarifů uvedeny bez jakéhokoliv závazku. Za cenu navýšení ceny tarifu jsou i první dvě zmiňované společnosti schopny nabídnout tarif bez závazku.

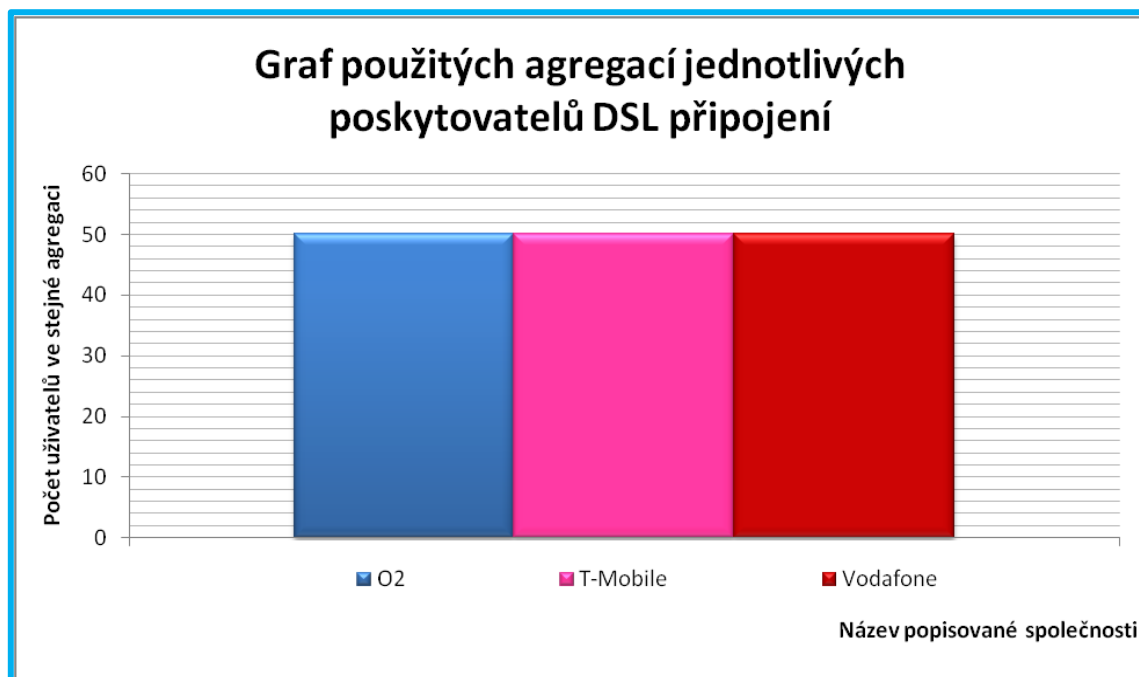


Obrázek 4.8: Grafické srovnání všech nabídek poskytovatelů Wi-Fi připojení

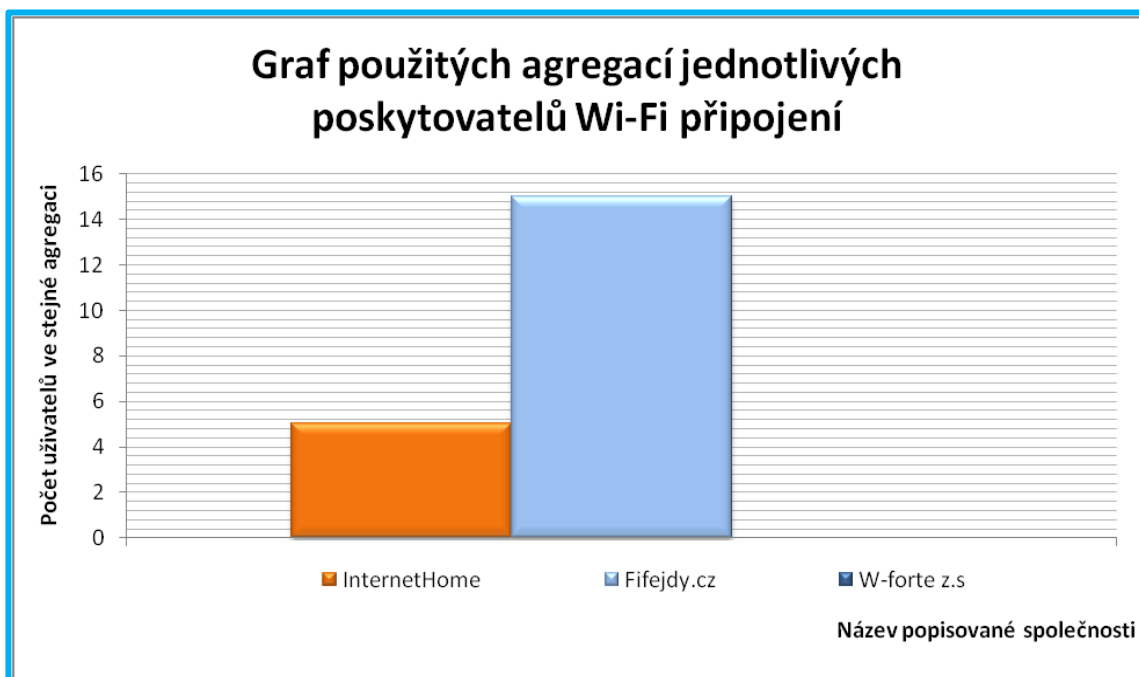
Na grafu (Obr.: 4.8) můžeme vidět celkovou nabídku všech tří poskytovatelů Wi-Fi připojení, kteří jsou schopni tyto služby poskytovat v obci Řepiště. Prvním z nich je společnost InternetHome, která nabízí tři druhy tarifů s různými přenosovými rychlostmi a cenami. Další nabídka je od společnosti Fifejdy.cz, která nabízí jeden tarif a to s rychlostí až 10 Mbit/s za cenu 300 Kč vč. DPH měsíčně. Poslední nabídka je od zapsaného spolku W-forte, který nabízí připojení k internetu s maximální přenosovou rychlostí 12 Mbit/s zdarma, avšak je nutno hradit měsíční členský příspěvek ve výši 300 Kč vč. DPH.

Srovnání může provést pro připojení s rychlostí o 4-30 Mbit/s, kde za cenu 300 Kč vč. DPH můžeme mít připojení od společnosti Fifejdy.cz s rychlostí 10 Mbit/s, nebo za stejnou cenu připojení od spolku W-forte s rychlostí až 12 Mbit/s. Jako poslední se nabízí možnost využití tarifu Spolehlivý internet 4-30 Mbit/s od společnosti InternetHome za cenu 349 Kč vč. DPH. Rozpětí přenosových rychlostí tarifu od společnosti InternetHome činí srovnání neporovnatelné, protože pokud bude skutečná rychlost dosahovat horní hranice tarifní nabídky, tak se bude jednat o nejvýhodnější tarif. Naopak pokud bude přenosová rychlost 4-12 Mbit/s, tak již tento tarif ve srovnání s dalšími nabídkami již výhodný nebude.

4.4 Srovnání nabídek z hlediska agregace



Obrázek 4.9: Grafické znázornění použitých agregací jednotlivých DSL poskytovatelů

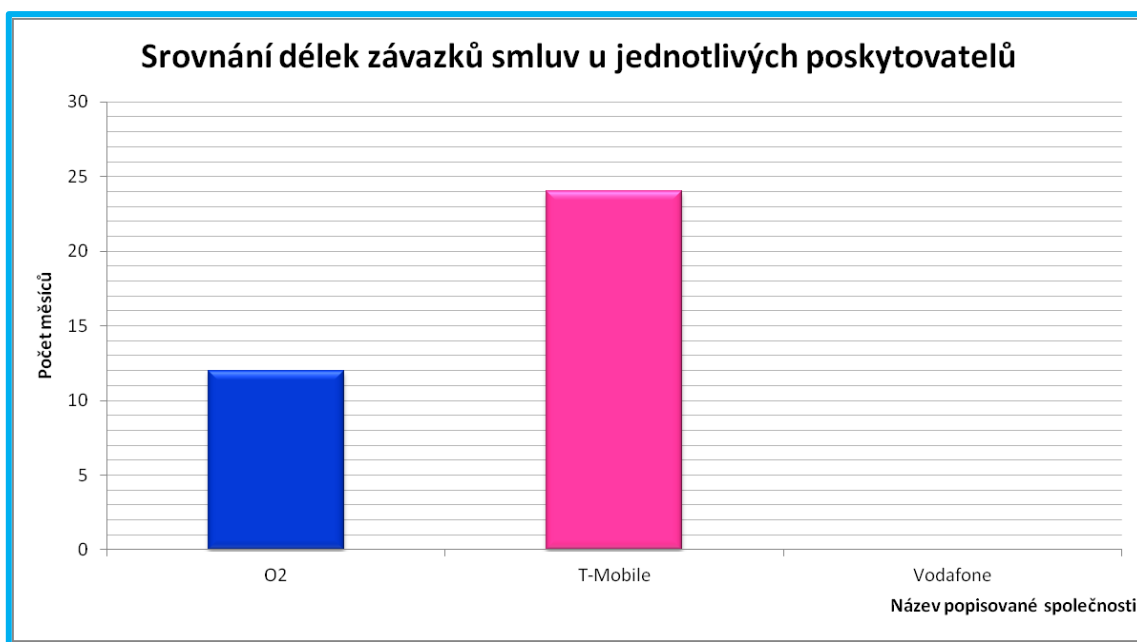


Obrázek 4.10: Grafické znázornění použitých agregací jednotlivých Wi-Fi poskytovatelů

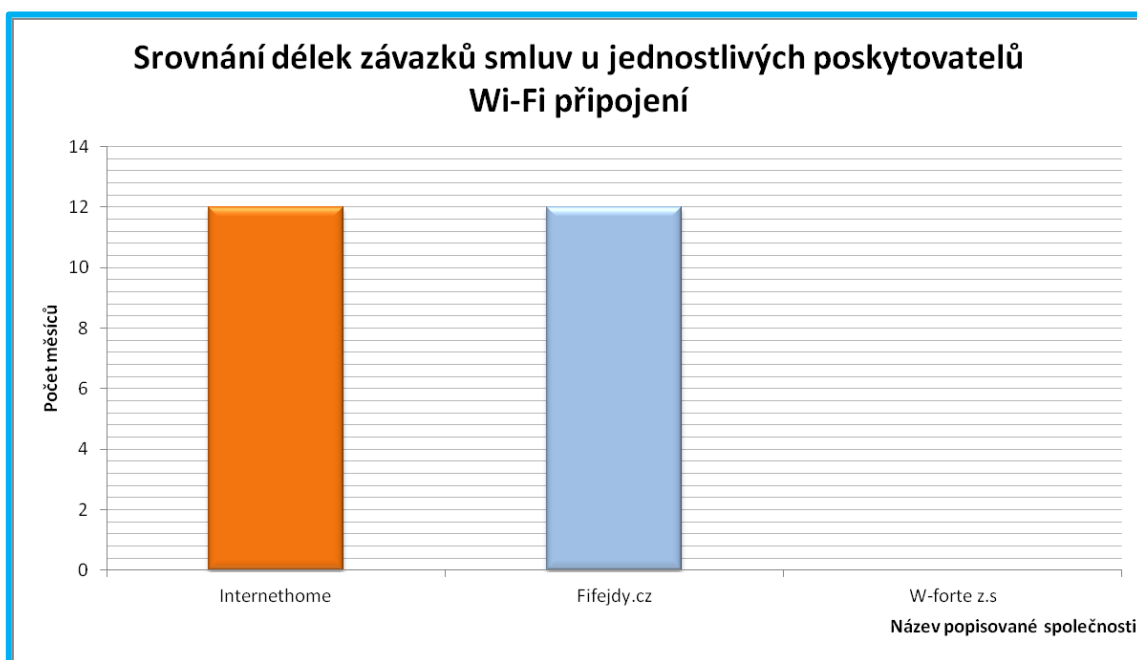
Jak je patrné z grafu (Obr.: 4.9), tak všichni hlavní tuzemští poskytovatelé DSL připojení využívají stejnou agregaci zákazníků při poskytování internetového připojení. Konkrétně je tato agregace 1:50 což znamená že, nároky na přístupová místa v síti jsou při maximálním vytížení padesátkrát větší, než je kapacita této přenosové části sítě.

Co se týče použité agregace u poskytovatelů Wi-Fi připojení (Obr.: 4.10), tak nejlépe je na tom sdružení W-forte, které agregaci vůbec nevyužívá. Další v pořadí je společnost InternetHome, která při poskytování svých služeb využívá agregaci 1:5. Společnost využívající největší agregaci je Fifejdy.cz, přičemž využívá poměru agregace 1:15.

4.5 Srovnání z hlediska délek smluvních závazků



Obrázek 4.11: Grafické srovnání délek závazků u jednotlivých poskytovatelů

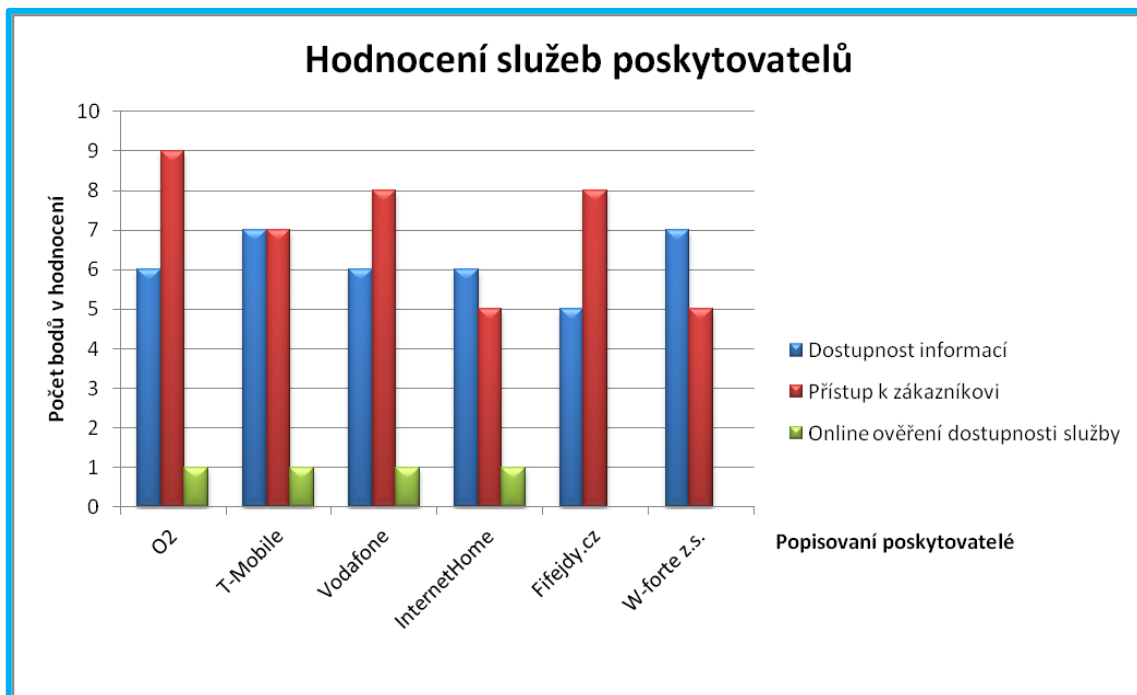


Obrázek 4.12: Grafické srovnání délek závazků jednotlivých poskytovatelů

Těžko říct co je pro každého zákazníka důležité v souvislosti se závazky vůči společností poskytující služby připojení k internetu. Jeden názor je, že být nevázaný je lepší z důvodu možné změny poskytovatele bez jakýchkoliv sankcí. Na druhou stranu tento rádobý luxus je patřičně oceněn v podobě měsíční platby za poskytnuté služby, anebo ve zřizovacích poplatcích. Někdo může být naopak rád, že je jakýmsi způsobem vázán a tím má na určitou dobu vyřešeny starosti spojené se zavedením anebo změnou těchto služeb.

Pokud si nabídky seřadíme dle délky závazku (smlouvy) od nejkratšího, tak zcela jistě zvítězí sdružení W-forte a společnost Vodafone, které nabízí své služby bez jakéhokoliv závazku již v primární nabídce. Další typ závazku je s trváním 12 měsíců, který nabízí společnost O2, InternetHome a Fifejdy.cz. Posledním a nejdelším typem smlouvy je závazek na 24 měsíců, který nabízí společnost T-Mobile. Nutno ještě dodat, že všichni výše uvedení poskytovatelé, kteří mají své smlouvy primárně se závazkem, jsou schopni zákazníkovi své služby nabídnout i bez závazků avšak tuto skutečnost promítnou do výsledné ceny, za poskytnuté služby, která se tím podstatně navýší (Obr.: 4.11, 4.12).

4.6 Hodnocení poskytovatelů z hlediska přístupu k zákazníkovi



Obrázek 4.13: Graf hodnocení přístupu společností k potenciálnímu zákazníkovi

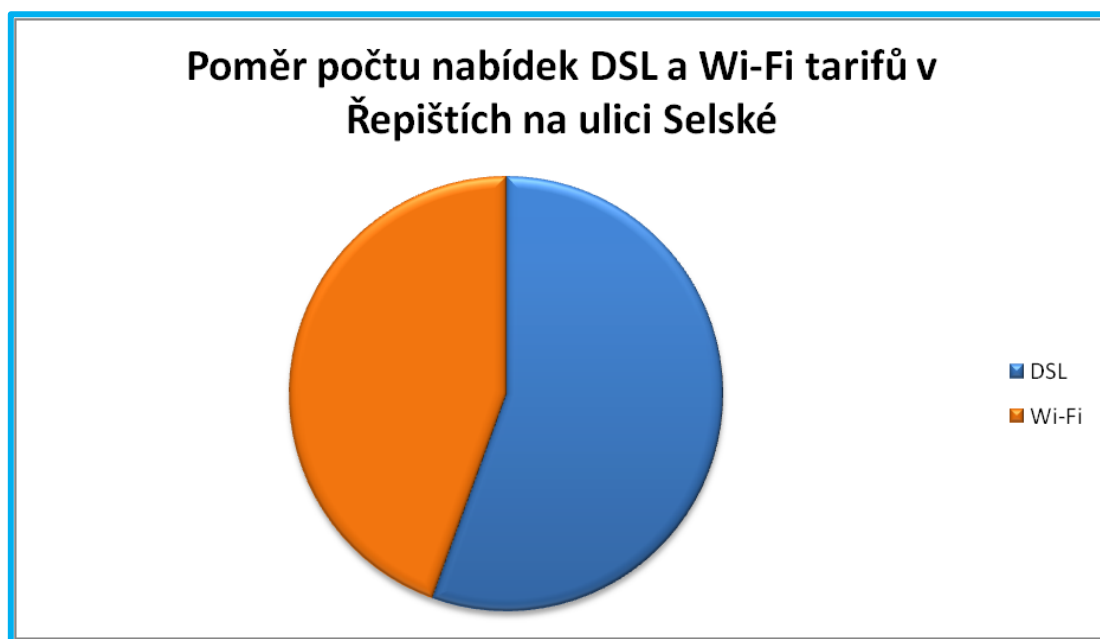
Dle přístupu jednotlivých poskytovatelů jsem se rozhodl provést jejich hodnocení. Hodnotil jsem stupnicí od jedné do deseti, přičemž hodnota jedna znamená špatný přístup a hodnota deset skvělý přístup (Obr.: 4.13).

Hodnocení jsem provedl z hlediska dostupnosti informací pro potenciální zákazníky, kde úplně ideální nebyl žádný z hodnocených. Veškeré informace bylo potřeba složitěji dohledávat, anebo se obracet na technickou podporu. V případě přístupu k zákazníkovi už tomu bylo jinak. Nejlépe dopadla společnost O2, která věnuje právě tomuto aspektu velkou pozornost. Vůbec ne špatně, ale jenom o trochu hůř dopadly ostatní společnosti. Ve srovnání s vítěznou společností zde byly větší či menší rozdíly.

Posledním hodnotícím argumentem byla možnost online ověření dostupnosti poptávaných služeb. Zde většina, kromě společnosti Fifejdy.cz a W-forte, tuto možnost nabízela.

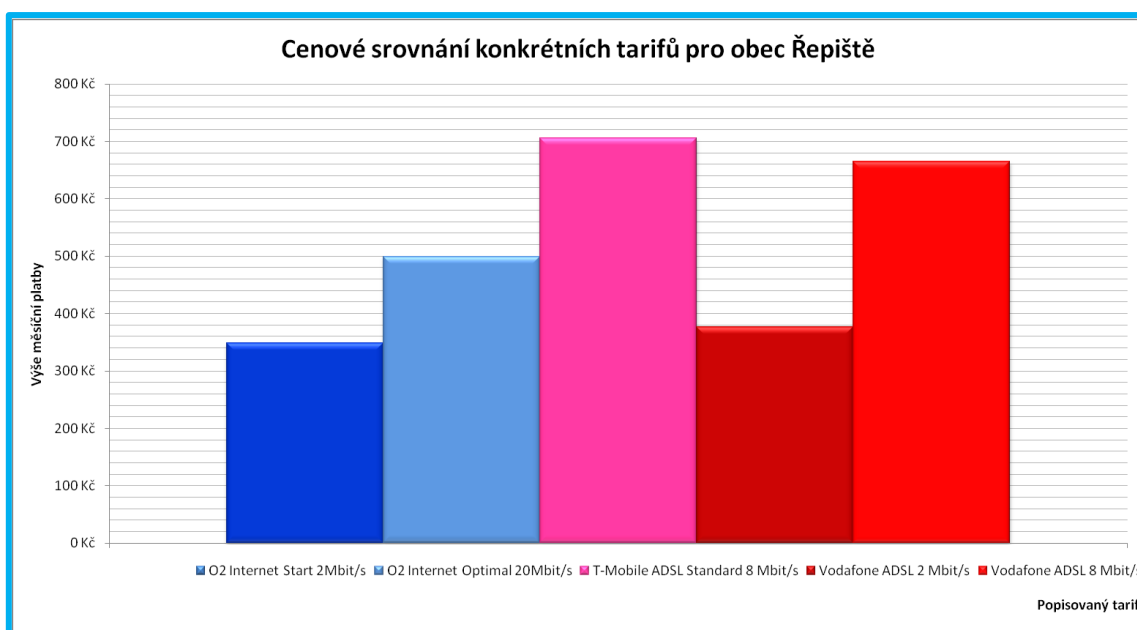
4.7 Optimalizace pro ulici Selskou v obci Řepiště

Po prostudování technické dokumentace společnosti O2 Czech republic bylo zjištěno, že v téměř celé obci Řepiště je provedeno zasíťování většiny převážně starších domů a bytů telefonními kabely a to v drtivé většině formou podzemních kabeláží. Jelikož v obci nejsou realizovány jak optické kabelové rozvody, tak rozvody kabelových televizí zůstává nám jediná možnost realizace připojení k internetu, a to: formou ADSL přípojky anebo bezdrátovým připojením Wi-Fi. V dnešní době sice dochází k hojnému rozšiřování a pokrývání obcí signálem mobilních sítí LTE, avšak co se rozšířenosti týče domnívám se, že zatím je technologie „v plenkách“. Do budoucna se ovšem jedná o zajímavou alternativu ke stávajícím a klasickým možnostem připojení na vesnici.



Obrázek 4.14: Graf poměru nabízených tarifů jednotlivých společností

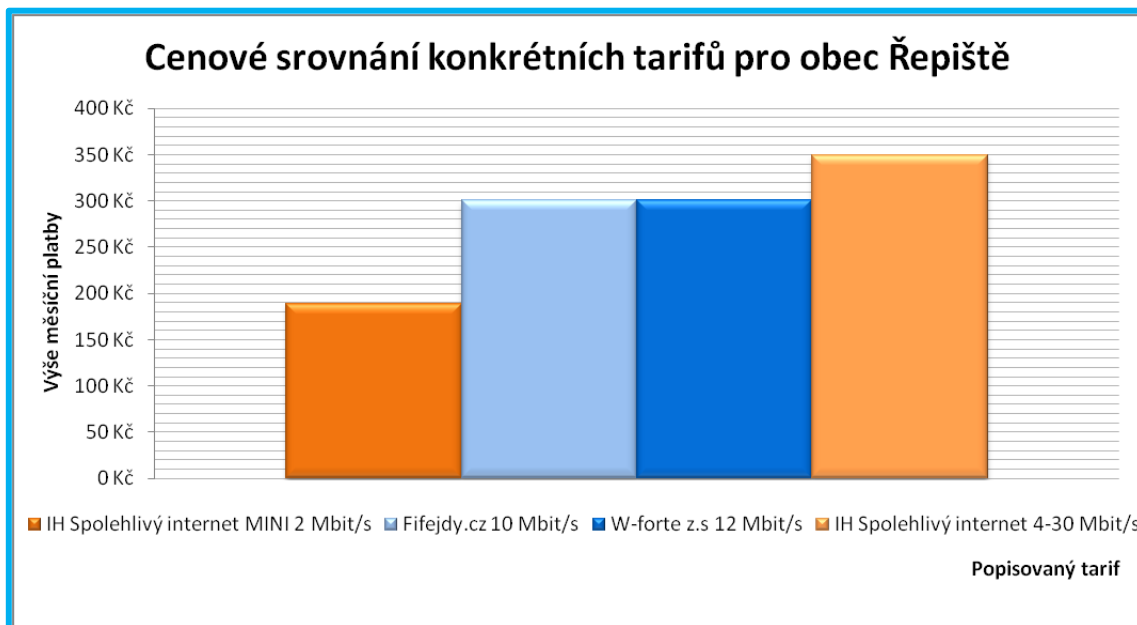
Celkově jsme si uvedli, že nabídku popisovaných společností tvoří celkem 17 tarifů. Na grafu nabídek pro konkrétní místo v obci Řepiště, a to: ulici Selskou (Obr.: 4.14) si můžeme všimnout, že celková nabídka vybraných poskytovatelů se smrskla na pouhých 9, přičemž k největšímu poklesu došlo v případě nabídek DSL připojení, kde z původních dvanácti nabízených tarifů zůstalo pouze pět. Co se týče nabídek Wi-Fi připojení tak zde z původních pěti zůstaly hned čtyři.



Obrázek 4.15: Grafické srovnání všech nabídek poskytovatelů DSL připojení pro ulici Selskou v obci Řepiště

První z nich je nabídka společnosti O2, od které může využít dvou tarifních nabídek, a to: O2 internet Start za cenu 349 Kč vč. DPH s maximální přenosovou rychlostí downloadu 2 Mbit/s a nebo O2 internet Optimal za 499 Kč vč. DPH nabízející přenosovou rychlost až 20 Mbit/s, ale se vzdáleností 2,9 km od ústředny budeme muset počítat maximálně s 3,5 Mbit/s. Další možností je využití nabídky od společnosti T-Mobile, která nabízí čtyři DSL tarify, ze kterých je schopna na konkrétní adrese v Řepištích nabídnout pouze jeden, a to: T-Mobile Standard 8 Mbit/s za cenu 705 Kč vč. DPH, kde však budeme muset opět počítat s maximální přenosovou rychlostí downloadu 3,5 Mbit/s. Poslední možnost je využít služeb společnosti Vodafone, která je schopna ze svých pěti nabízených tarifů poskytnout hned dva, a to: Vodafone ADSL 2 Mbit/s za 376 Kč vč. DPH anebo Vodafone ADSL 8 Mbit/s za cenu 665 Kč vč. DPH. Opět se jedná o rychlosti maximální, ne však garantované. V případě tarifu ADSL 8 Mbit/s je maximální přenosová rychlost deklarovaná pro obec Řepiště na 3 Mbit/s (Obr.: 4.15).

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že ať už se rozhodneme pro jakýkoliv tarif, nejsme schopni docílit vyšší přenosové rychlosti než 3,5 Mbit/s. Tato rychlost je daná vzdáleností účastníka od přípojného místa (ústředny). Pokud nabídky posoudíme z hlediska ceny měsíčního tarifu, tak nejlépe bude vycházet, při aktuálních cenách, nabídka od společnosti O2, která nám za měsíční platbu 349 Kč vč. DPH poskytne přenosovou rychlost až 2 Mbit/s a za 499 Kč vč. DPH dostaneme přenosovou rychlost až 3,5 Mbit/s.



Obrázek 4.16: Grafické srovnání všech nabídek poskytovatelů Wi-Fi připojení pro ulici Selskou v obci Řepiště

Na výše uvedeném grafu (Obr.: 4.16) si můžeme všimnout, že z původních pěti nabídek nám pro konkrétní bydliště a to na ulici Selské v Řepištích zůstaly pouze čtyři vhodné. První z nich je nabídka společnosti InternetHome, která nabízí hned dva své tarify, a to: Spolehlivý internet MINI s přenosovou rychlostí až 2 Mbit/s za cenu 189 Kč vč. DPH měsíčně a Spolehlivý internet 4-30 Mbit/s za cenu 349 Kč vč. DPH měsíčně, ale s maximální přenosovou rychlostí, v dané lokalitě, až 15 Mbit/s. Další nabídky jsou téměř shodné. Za cenu 300 Kč vč. DPH měsíčně obdrží zákazník připojení k internetu, a to: od společnosti Fifejdy.cz až 10 Mbit/s a od sdružení W-forte až 12 Mbit/s. Nejlépe tedy v tomto srovnání vychází nabídka od společnosti InternetHome, kde za cenu 349 Kč vč. DPH zákazník obdrží rychlost připojení až 15 Mbit/s. Druhá nejvýhodnější nabídka je od sdružení W-forte z.s., kde za cenu měsíčního příspěvku 300 Kč vč. DPH obdrží zákazník přenosovou rychlost až 12 Mbit/s. Poslední v tomto srovnání zůstává nabídka společnosti Fifejdy.cz s možností připojení až 10 Mbit/s za cenu 300 Kč vč. DPH měsíčně.

Z hlediska pořizovacích nákladů je na tom bezesporu lépe pořízení DSL připojení, kde se jedná o vstupní investici okolo 1000 Kč. V případě pořízení Wi-Fi připojení je potřeba počítat s větší vstupní investicí okolo 2000 Kč. Co se týče následných měsíčních plateb, tak zde bude výsledek srovnání zcela opačný. V případě Wi-Fi připojení se bude měsíční výše platby pohybovat v rozmezí 300 - 350 Kč. Oproti tomu DSL připojení zákazníka měsíčně přijde na 350 - 700 Kč. Pokud si nabídky porovnáme z hlediska agregace, tak největší agregaci, a to: 1:50 bude použita v případě DSL připojení kterýmkoliv operátorem. U Wi-Fi připojení se budeme bavit o agregaci od 0 až k 1:15.

Po prozkoumání všech možností připojení k síti internet na ulici Selské v obci Řepiště jsme došli k závěru, že můžeme vybírat ze dvou technologií a v každé z nich ze tří daných

poskytovatelů. V případě pevného ADSL připojení vychází nejlépe nabídka od společnosti O2, která nabízí hned dva tarify. První z nich je O2 Internet Start za cenu 349 Kč vč. DPH a přenosovou rychlostí až 2 Mbit/s anebo O2 Internet Optimal s rychlostí až 20 Mbit/s, přičemž se vzdáleností 2,9 km od ústředny (DSLAMU) budeme moci využívat maximálně 3,5 Mbit/s za cenu 499 Kč vč. DPH. Pokud se rozhodneme realizovat připojení k internetu formou bezdrátového připojení Wi-Fi, zde jsou nabídky poměrně srovnatelné a za cenu 300 - 349 Kč vč. DPH obdrží zákazník přenosovou rychlost od 10 Mbit/s do 15 Mbit/s. Konečný výběr dané nabídky a konkrétního poskytovatele je už na každém zákazníkovi zvlášť.

Závěr

Práce je vytvořena na míru obci Řepiště se zaměřením na ulici Selskou, pro kterou je zpracovaná optimalizace datových služeb z hlediska připojení k internetu za pomoci technologie DSL a bezdrátové technologie Wi-Fi. Po přečtení práce zájemce zjistí, jak která technologie funguje a kterou může využít. V samotné optimalizaci zjistí, jak velká je škála nabídek vybraných poskytovatelů internetového připojení a z kolika reálných nabídek může v dané lokalitě opravdu využít. Všechny uvedené nabídky se totiž jeví jako velice lákavé a přivádí zákazníka k závěru, že v závislosti na výši platby si dopřeje danou tabulkovou přenosovou rychlost. Opak je však pravdou. Hlavní parametr, který ovlivní výslednou přenosovou rychlost, není nikde v tabulkách ani nabídkách uveden. Tímto parametrem bude vzdálenost účastníka od přípojného místa (ústředny, DSLAMU), který bude tvořit největší závislost trvalou, kterou nejsme schopni ovlivnit a změnit.

Z hlediska tabulkových hodnot se jeví jako ideální typ přípojky připojení bezdrátovou technologií Wi-Fi, ale po provedení průzkumu spokojenosti uživatelů Wi-Fi připojení jsou výsledky zcela opačné. Proto má zákazník nelehký výběr. Musí se rozhodnout mezi pomalejší, zato poměrně spolehlivou a rychlostně stálou přípojkou DSL, anebo může zvolit bezdrátový typ připojení Wi-Fi, který sice nabízí mnohem větší přenosové rychlosti, ale co se týče stálosti přenosové rychlosti a spolehlivosti, tak zde značně pokulhává za technologií DSL.

Nejideálnější by bylo připojení domácností po optickém médiu. Po prozkoumání technické dokumentace kabelových rozvodů společnosti O2 Czech republic bylo zjištěno, že většina kabelových rozvodů v obci je realizovaná v podzemních kabelových chráničkách a včetně rezervy, která by mohla posloužit v budoucnu pro protažení optických kabelů. V budoucnu je tedy velice pravděpodobné, že v obci dojde k instalaci optických kabelových rozvodů, ale nestane se tak dříve, než bude zajištěna připravenost zákazníků (hardwarově) a odbyt těchto služeb. Jako částečné řešení, jak docílit požadovaných přenosových rychlostí a dobré spolehlivosti se jeví momentálně dotažení konektivity nejlépe po optickém médiu do telefonních sloupků umístěných na vesnici a další distribuci provádět za pomoci stávajících metalických vedení ať už technologií ADSL2+ nebo VDSL2. Výše popsany typ připojení je poté realizován připojením typu FTTx.

Použitá literatura

- [1] Sítě a komunikace. *Xanadu.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.xanadu.cz/cs/it-produkty/site-a-komunikace/>
- [2] ZIKMUND, Martin. UMTS už klepe na dveře. *Mobil.idnes.cz* [online]. 2005 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://mobil.idnes.cz/mob_tech.aspx?r=mob_tech&c=A051006_220629_mob_tech_dno
- [3] *What is LTE?* [online]. [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://smart.com.ph/bro/lte/>
- [4] Základní přehled standardů IEEE 802.11. *Eprin.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.eprin.cz/zakladni-prehled.html>
- [5] Bezdrátové sítě. *Bezdratovesite.wz.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://bezdratovesite.wz.cz/>
- [6] Bezdrátové optické sítě. *Lupa.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/bezdratove-opticke-site/>
- [7] Jak se připojit k internetu. *Dsl.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.dsl.cz/jak-na-to/2-zaciname/26-jak-se-pripojit-k-internetu>
- [8] Koaxiální kabely. *Earchiv.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a96/a643k150.php3>
- [9] Síťové prvky. *Shrnuti-uciva-ivt.webnode.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://shrnuti-uciva-ivt.webnode.cz/sitove-prvky/>
- Ethernet Cables. *Discountcablesusa.com* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://discountcablesusa.com/ethernet-cables100.html>
- [10] VODRÁŽKA, Jiří. *Přenosové systémy v přístupové síti*. Vyd. 2., přeprac. Praha: ČVUT, 2006, 189 s. ISBN 80-010-3386-4.
- [11] ŽÁK, Petr. Přehled technologií xDSL - IDSL a HDSL. *Svetsiti.cz* [online]. 2002 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Prehled-technologie-xDSL-1-IDSL-a-HDSL-2272002>
- [12] MER, Přemysl a Marek DVORSKÝ. *Přístupové systémy v telekomunikacích pro integrovanou výuku VUT a VŠB-TUO*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2014, 1 CD-ROM. ISBN 978-80-248-3539-6.
- [13] JAREŠ, P. Základní popis přípojky SHDSL. ČVUT. *Access.feld.cvut.cz* [online]. Praha, 2004 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://access.feld.cvut.cz/view.php?cislocclanku=2004111601>

- [14] ADSL Splitters. *Solwise.co.uk* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://www.solwise.co.uk/adsl_splitters.htm
- [15] ADSL series. *Etec-components.co.uk* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.etec-components.co.uk/ADSLfaq.html>
- [16] PLEXO. TP-LINK. *Pctuning.tyden.cz* [online]. 2008 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://pctuning.tyden.cz/hardware/site-a-internet/10369?start=1>
- [17] Co je ADSL a VDSL. *Dsl.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.dsl.cz/jak-na-to/2-zaciname/219-co-je-adsl-a-vdsl>
- [18] ADSL2. *En.wikipedia.org* [online]. 2007 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Espectro_de_asignaci%C3%B3n_VDSL2.png
- [19] VODRÁŽKA, J. Spektrální profil přípojek VDSL2. ČVUT. *Access.feld.cvut.cz* [online]. Praha, 2011 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://access.feld.cvut.cz/view.php?cislocanku=2011040001>
- [20] MISSON, Didier. VDSL 2. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2007 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Very-high-bit-rate_digital_subscriber_line_2#/media/File:VDSL2_frequencies.png
- [21] MARŠÁLEK, Leoš. VŠB. *Optická vlákna* [online]. 2.1.3. Ostrava, 2006 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://goro.czweb.org/download/interest/vlakna.pdf>
- [22] Optické sítě. *Lcgroup.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.lcgroup.cz/divize-elektro/datove-site/opticke-datove-site>
- [23] MRZEON. Typy optických vláken. *Cs.wikipedia.org* [online]. 2007 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Optick%C3%A9_vl%C3%A1kno#/media/File:Optical_fiber_types.svg
- [24] PUŽMAN, Josef. *Datové sítě a služby*. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 1994, 212 s. ISBN 80-010-1055-4.
- [25] Pengertian Upload Download. *Jalatik.com* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.jalatik.com/2015/01/pengertian-upload-download.html>
- [26] PETERKA, Jiří. Agregace. *Earchiv.cz* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a910s200/a910s217.php3>
- [27] Agregace. *Dsl.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.dsl.cz/jak-na-to/7-slovník-pojmu/agregace>
- [28] Agregace. *Earchiv.cz* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.earchiv.cz/a910s200/gifs/p910s114.gif>

- [29] Co je to vlastně FUP. *Ppk.chip.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://ppk.chip.cz/cs/poradna/internet/pripojeni-k-internetu/co-je-to-vlastne-fup-a-datove-limity.html>
- [30] Telekomunikační zákon. PARLAMENT ČESKÉ REPUBLIKY. *Itpravo.cz* [online]. 2000, 2001 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://itpravo.cz/plne_zneni/telekomunikacni_zakon.txt
- [31] VODRÁŽKA, J. Modelování přeslechů. *Access.feld.cvut.cz* [online]. Praha, 2004 [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://access.feld.cvut.cz/view.php?cislocid=2004072911>
- [32] Telekomunikace. *5fan.info* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://5fan.info/ujgrnarnaujgatypol.html>
- [33] Mapy Google. *Google.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/%C5%98epi%C5%A1t%C4%9B/@49.7426683,18.323143,14z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x4713fa447ddc970d:0x400af0f6615c5b0>
- [34] Základní informace o obci. *Repiste.eu* [online]. 2009 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://repiste.eu/encyklopedie/objekty1.phtml?id=73146>
- [35] Dřevěný kostel sv. Michaela Archanděla. *Repiste.eu* [online]. 2006 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://repiste.eu/encyklopedie/objekty1.phtml?id=49927&lng=>
- [36] Znak obce. *Repiste.eu* [online]. 2010 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://repiste.eu/encyklopedie/objekty1.phtml?id=73147>
- [37] Pohled na obec. *Repiste.eu* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://repiste.eu/encyklopedie/objekty1.phtml?id=17867>
- [38] Internet pro domácnost. *Adsl.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.adsl.cz/internet-adsl/internet-pro-domacnost>
- [39] O společnosti. *O2.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <https://www.o2.cz/spolecnost/o-spolecnosti/>
- [40] KUČERA, Tomáš. Technologie připojení k internetu. *Repiste.eu* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://dostupnost-internetu-v-cr.webnode.cz/technologie-pripojeni-k-internetu/>
- [41] DOSEDĚL, Tomáš. Historie operátora T-Mobile. *Mobinfo.cz* [online]. 2012 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.mobinfo.cz/z-posty-mobilnim-operatorem-historie-operatora-t-mobile/>
- [42] Fakta a čísla. *Vodafone.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.vodafone.cz/o-vodafone/o-spolecnosti/historie-a-fakta/fakta-a-cisla/>
- [43] Internethome - o nás. *Internethome.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.internethome.cz/o-nas/>

- [44] Fifejdy.cz s.r.o. - Internet & VOIP. *Fifejdy.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.fifejdy.cz/index.php?id=2>
- [45] Mapa pokrytí. *Fifejdy.cz* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://www.fifejdy.cz/files/Mapa_pokryti.jpg
- [46] Bezdrátové připojení k internetu W-forte. *Wforte.net* [online]. [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://wforte.net/>
- [47] Strategie správy spektra. *Ctu.cz* [online]. 2014, [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: http://www.ctu.cz/cs/download/pripominky_diskuse/rok_2014/rio_media_strategie_spekt_ra_navrh_09_12_2013_pripominky.pdf

